Phys. sp. 505.

[illegible] (No 40. 319 [illegible])
S. 241 — 251.
[illegible] S. 163 — 174.
[illegible] 96. II. (No 182 [illegible]) S. 620 — 624.

<36607801220013

<36607801220013

Bayer. Staatsbibliothek

J. W. Ritter.

m̄

R

Über thieriſche Elektricität und Reizbarkeit.

Ein Beytrag zu den neueſten Entdeckungen über dieſe Gegenſtände.

Von

Dr. C. H. Pfaff,

Correſpondenten der naturforſchenden Geſellſchaft in Jena, und Mitgliede der phyſiſchen Privatgeſellſchaft in Göttingen.

Leipzig, 1795.

bey Siegfried Lebrecht Cruſius.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Dem

Herrn Hofrath Pfaff

in Stuttgart,

seinem theuersten Vater,

zum Zeichen

kindlicher Dankbarkeit und Ehrerbietung

gewidmet

von

dem Verfasser.

Vorrede.

Die Schrift, die ich hier dem Publikum vorlege, iſt als eine Fortſetzung und weitere Ausführung meiner frühern Abhandlung über die thieriſche Elektricität anzuſehen. Die Aufmunterung einiger vortrefflichen Männer, deren Stimme hier vorzüglich als gültig anzuſehen war, und die Hoffnung, wenigſtens einige neue und brauchbare Materialien zur weitern Aufklärung, Berichtigung und Erweiterung der Lehre von dieſem wichtigen Gegenſtande, die immer noch mit ſo vielem Rechte die Aufmerkſamkeit der Phyſiker beſchäftigt, zu liefern, machten mir Muth, mit der Bekanntmachung meiner Arbeit nicht länger zu zögern. Ich nenne das, was ich hier mittheile, bloſse Materialien. Ich habe mich nehmlich vorzüglich bemüht, Facta, welche das Fundament jeder phyſiſchen Unterſuchung ausmachen müſſen, zu ſammeln, und zwar die bekann-

ten durch Wiederholung zu bestätigen, zu berichtigen, und näher zu bestimmen, und dieselben mit neuen interessanten zu vermehren. In ihrer Erzählung habe ich Kürze mit Deutlichkeit zu vereinigen gesucht, und in ihrer Klassifikation auf ihre wesentlichen Aehnlichkeiten gesehen. Man könnte mir, in Rücksicht auf ihre in den Aufschriften der Abtheilungen gewählte Bezeichnung, den Vorwurf machen, dass ich hiebey zu sehr eine Theorie zum Grunde gelegt habe, und in der Hinsicht gleich den Titel meiner Schrift angreifen, ich glaube aber, dass, wenn man seine Zeichen richtig und mit der Erfahrung übereinstimmend erklärt, man übrigens freye Willkür in der Wahl derselben haben sollte, indem die Zeichen bloss Begriffe wecken, aber nicht selbst geben sollen.

In dem Räsonnement über die Erscheinungen habe ich gröfstentheils wieder den in meiner ersten Abhandlung gewählten Plan befolgt, weil er den Beyfall von competenten Richtern erhalten hatte, und weil er mir derjenige zu seyn schien, den eine geläuterte praktische Logik für jede physische Unter-

ter-

terſuchung vorſchreibt. Auch hier iſt die Unterſuchung des urſachlichen Zuſammenhanges dieſer merkwürdigen Erſcheinungen noch unvollſtändig. Zwar hat die Meinung, daſs Elektricität die Urſache derſelben ſey, einige neue Stützen erhalten, und iſt zugleich nun auch gegen die Einwendungen der Gegner gerechtfertigt worden, auch habe ich wenigſtens eine ſolche Vorſtellungsart von dem Verhalten der Elektricität in dieſen Verſuchen gewählt, durch welche der urſachliche Zuſammenhang zwiſchen den äuſsern Umſtänden und den Erſcheinungen einleuchtender wird, und ſich zugleich einigermaaſsen eine Reduction dieſer letztern auf einander und auf eine Haupterſcheinung ergiebt. Indeſſen, ſo lange dieſe elektriſche Erſcheinung mit den übrigen Elektricitätserſcheinungen nicht zuſammengehängt werden kann, ſo lange ſie ihrer Natur und Entſtehungsart nach ſo iſolirt ſteht, wie bey unſerer Hypotheſe, ſo lange nicht die Elektricität durch noch unzweydeutigere Zeichen dargeſtellt werden kann, iſt dieſer ganze wichtige Theil noch dunkel und in ſeinen Hauptſätzen ungewiſs. Seine weitere Auf-

klärung empfehle ich daher vorzüglich dem Nachdenken von Phyſikern von beſſern Einſichten und glücklicher organiſirtem Geiſte, denn ſo lange wir eine gute Theorie entbehren müſſen, haben dieſe Erſcheinungen auch weniger Intereſſe für uns, und nur nach einer ſolchen Theorie wird man über den Nutzen und die Wichtigkeit der Entdeckung Galvanis entſcheiden können. Ich hoffe wenigſtens dadurch den Dank der Naturforſcher verdient zu haben, daſs ich einige Bruchſtücke zu einer ſolchen Theorie hergab, welche zum Leitfaden dienen, und die vielleicht ſchon durch einige wenige noch fehlende Mittelglieder leicht in ein ſchönes Ganze zuſammen vereinigt werden können.

Der Gang meiner Unterſuchung hat mich auf die Prüfung der kürzlich gewagten Meinung vom Mangel der Nerven im Herzen geleitet. Der Theil meiner Schrift, der dieſelbe begreift, war bereits abgedruckt, da ich das VIIte Stück des Journals der Erfindungen, Theorien und Widerſprüche in der Natur- und Arzneywiſſenſchaft zu Geſicht bekam, in welchem zwey Abhandlungen (S. 3 — 39.) über den nehmlichen Gegenſtand

ſtand vorkommen. Da indeſſen verſchiedene Menſchen einerley Sache aus verſchiedenen Geſichtspunkten anſehen, ſo darf ich hoffen, daſs meine Arbeit nicht überflüſſig erſcheinen wird, und eine nur flüchtige Vergleichung jener Abhandlungen mit der meinigen wird den Leſer leicht überzeugen, daſs ich unbefangen, das heiſst, ohne fremde Einwürfe gekannt zu haben, die Meinung des Herrn Behrends mit eigenen Gründen beſtritt, wenn gleich auch in einigen Punkten eine durch die Natur der Sache nothwendig gegebene Uebereinſtimmung zwiſchen mir und ſeinen übrigen Gegnern ſtatt findet.

Die Abhandlung von der Reizbarkeit kann man leſen oder überſchlagen, wie man will. Ich geſtehe gern, daſs ſie eigentlich in keinem nähern Zuſammenhang mit der Hauptunterſuchung ſteht, und zu ihrer Aufklärung nicht viel beyträgt. Indeſſen iſt ſie doch auch nicht ſo ganz heterogen von derſelben, wie ich in der Einleitung zu dieſer Nebenunterſuchung kurz berühren werde. Ueberdieſs wollte ich mehrere Verſuche, welche eigentlich zunächſt für die Lehre von der thieriſchen Elektricität angeſtellt worden waren,

ren, aber welche gelegentlich zur Aufklärung der Lehre von der Reizbarkeit dienen könnten, nicht ungenutzt lassen, und zugleich der ganzen Schrift, die sonst zu einförmig geworden wäre, durch die Mannichfaltigkeit der eingemischten Untersuchungen ein grösseres Interesse verschaffen. Möchte ich diesen Zweck erreicht haben, und da wo ich Belehrung zu geben nicht genug Kräfte und Einsichten fühlte, durch bescheidene Zweifel und Fragen mir diese Belehrung von einsichtsvollen Beurtheilern meiner Schrift verdienen können.

Coppenhagen, den 2. März 1795.

Der Verfasser.

Ein-

Einleitung.

In der Geſchichte der Kultur der Wiſſenſchaften trift man wohl auf keine ſchönere, für die Erweiterung und Berichtigung des menſchlichen Wiſſens wichtigere und herrlichere Periode, als jene der eben verfloſſenen zwanzig Iahre. Die Rieſenfortſchritte, die der menſchliche Geiſt in dieſem Zeitalter gemacht hat, ſchränken ſich nicht bloſs auf einzelne Gebiete des groſsen Reichs ſeiner möglichen Kenntniſſe ein, ſondern dehnen ſich über die ganze weite Strecke derſelben aus. Ein allgemeiner Wetteifer hat ſich über alle kultivirte Nationen ausgebreitet, und die Gelehrten derſelben haben durch ihre vereinigte Bemühungen jene groſse Zwecke erreicht, nach denen die iſolirte Anſtrengung vergebens ſtrebt. Den wohlthätigen Einfluſs dieſer Zuſammenwirkung hat aber wohl am meiſten die Naturwiſſenſchaft in

allen ihren mannichfaltigen Theilen erfahren. Phyſik beſonders in einzelnen Zweigen, Chemie nach ihrem ganzen Umfange, und die phyſiſche Wiſſenſchaft von Menſchen haben durch die neuern Entdeckungen theils eine ganz veränderte Geſtalt, theils wenigſtens manche wichtige Berichtigung und Aufklärung erhalten, und das Licht, das in der einen derſelben aufgeſteckt wurde, hat glücklich auf die andern zurückgeſtrahlt.

In der Phyſiologie, dieſer Fundamentallehre der ganzen Arzneywiſſenſchaft, lenkte ſich vorzüglich auch die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher auf die Unterſuchung der Kräfte, durch welche der thieriſche Körper belebt wird, und von welchen ſeine Verrichtungen abhängen. Ein Gegenſtand von dieſer Wichtigkeit und von dieſem Intereſſe war allerdings der Bemühungen der beſten Köpfe werth, und die glückliche Erforſchung deſſelben muſste heilſam auf die ganze Arzneywiſſenſchaft zurückwirken. *Hallers* vortrefliche Unterſuchungen über die Reizbarkeit, *Fontanas* mit erſtaunendem Fleiſse angeſtellte Beobachtungen über die Wirkung verſchiedener Gifte, ſo wie *Blumenbachs*, *Sömmerings*, *Platners*, *Gmelins*, *Girtanners* u. a. ſcharfſinnige Betrachtungen und intereſſante Erfahrungen klärten zwar allerdings vieles über die geheime und dunkle Natur der thieriſchen Kräfte auf, aber ſie erſchöpften lange nicht den Gegenſtand, und lieſsen immer noch die wichtigſten Fragen: — Belebt nur eine Kraft den thieriſchen Körper, und ſind die verſchiedenen Kräfte, die wir durch beſondere Nahmen karakteriſiren, bloſse Modifikationen, bloſse verſchie-

dene

dene Aeuſserungen dieſer einen Grundkraft, oder ſind wenigſtens nicht Nervenkraft und Reizbarkeit identiſch, oder ſind ſie verſchieden, welches iſt endlich das Princip der Reizbarkeit und Empfindlichkeit, welche die Geſetze ſeiner Wirkungen, und laſſen ſich dieſe Geſetze auf jene bekannter mechaniſcher Kräfte reduciren, und iſt vielleicht dieſes Princip einerley mit einem Principe, das wir bey andern auſser der organiſchen Natur vorkommenden Erſcheinungen annehmen? — entweder ganz unbeantwortet, oder die Auflöſung war wenigſtens vielen Zweifeln und Einwürfen unterworfen. —

Ein Zufall ſollte, ſo ſchien es wenigſtens im erſten Anfange, uns am Ende dieſer Periode auf die ſchöne Entdeckung leiten, welche allen dieſen Fragen eine befriedigende Antwort zu gewähren im Stande wäre. Die Geſchichte der Entdeckung der Erſcheinungen der thieriſchen Elektrizität iſt ſchon zu bekannt, als daſs ſie hier eine Wiederholung verdiente. *Galvani*, Profeſſor der Anatomie zu Bologna, war der glückliche Entdecker (1791), der ſeinem Nahmen dadurch Unſterblichkeit ſicherte *a*). Die merkwürdigen Beobachtungen, die der-

a) *Aloyſii Galvani* de viribus electricitatis in motu muſculari commentarius. 4. Bononiae 1791.

Ins Deutſche überſetzt unter dem Titel: *Al. Galvani* über die Kräfte der thieriſchen Elektrizität auf die Bewegung der Muskeln, nebſt einigen Schriften der Herren *Valli*, *Carminati* und *Volta* über den nehmlichen Gegenſtand. Herausgegeben von Dr. *Mayer*.

ſelbe machte, zogen bald die allgemeine Aufmerkſamkeit auf ſich, und Gelehrte verſchiedener Nationen, vorzüglich Italiäner, und auch Deutſche und Engländer, wiederholten und vermehrten die in Vergleich mit dem gegenwärtigen Schatze von Thatſachen nur ſparſamen Erfahrungen des Entdeckers. Vorzüglich verdienen die Beobachtungen und Bemerkungen eines *Volta b)*, *Valli c)*, *Fowler d)*, *Corradori e)*, *Lichtenberg f)*, *Gren g)*, *Reil*

b) Seine zerſtreute Abhandlungen ſind zuſammen ins Deutſche überſetzt unter dem Titel: Schriften über die thieriſche Elektrizität von *Alex. Volta.* Herausgegeben von Dr. *Mayer.*

c) Seine zerſtreute Abhandlungen ſind in verſchiedene Franzöſiſche, Engliſche und Deutſche Journale, und unter dieſen in das Journal: Aufklärungen der Arzneywiſſenſchaft aus den neueſten Entdeckungen u. ſ. w. von *Hufeland* und *Göttling* I. und II. St. und in *Grens* Journal der Phyſik: Jahr 1792. VI. B. III. H. S. 384-402 eingerückt, und neuerlich nun in einem gröſsern Engliſchen Werke geſammelt erſchienen unter dem Titel: Experiments on animal electricity, with their application to phyſiology. By *Euſebius Valli.*

d) Experiments and obſervations relative to the influence lately diſcovered by M. *Galvani* and commonly called animal electricity. By *Richard Fowler.*

e) Lettere ſopra l'elettricità animale ſcritte al *S. Cav. Felice Fontana* dal Dottore *Giovacchino Corradori.*

f) Brief an den Herausgeber in *Grens* Journal VI. B. III. H. p. 414. und Göttingiſcher Taſchenkalender für 1794. S. 184. f.

g) Bemerkungen über die ſogenannte thieriſche Elektrizität vom Herausgeber im Journal der Phyſik 1792. VI. B. III. H. p. 402.

Reil h), *Creve i)*, *Kielmeyer k)*, u. a., von denen wir theils grösere Werke, theils auch nur kleinere Bruchstücke besitzen, den Dank der Naturforscher.

So viele Männer, worunter Gelehrte von entschiedenen Verdiensten und Kenntnissen sind, sich nun aber auch mit dieser Untersuchung beschäftigten, so scheinen wir doch sehr weit von dem Ziele der Wahrheit entfernt zu seyn, und ein Hauptgrund mag wohl, ausser der Neuheit der Sache, in der Art liegen, wie der Gegenstand behandelt wurde. Man war zwar unermüdet in Anstellung von Beobachtungen, aber man vergass dieselben unter Klassen zu bringen, und die Ansicht und Beurtheilung derselben durch Reduction auf allgemeine Gesetze zu erleichtern, und zur Feststellung einer Theorie frucht-

 bar

p. 402-410 und in dem Artikel: H. *C. C. Creve's* Beyträge zu *Galvanis Versuchen* über die Kräfte der thierischen Elektrizität auf die Bewegung der Muskeln. VII. B. III. H. S. 323-331.

h) Schreiben des H. Prof. *Reil* an den Herausgeber über die sogenannte thierische Elektrizität in *Grens* Journal. VI. B. III. H. p. 411-414.

i) *C. C. Creve* Beyträge zu *Galvanis* Versuchen über die Kräfte der thierischen Elektrizität auf die Bewegung der Muskeln.

k) Versuche über die sogenannte animalische Elektrizität von Hrn. Prof. *Kielmeyer* in Stuttgardt, in *Grens* Journ. der Physik. VIII. B. I. H. S. 65.

bar zu machen. Dabey gieng man zum Theil mit Lieblingshypothesen an die Untersuchung, die den Gesichtspunkt einseitig machten, obgleich auf der andern Seite nicht geläugnet werden kann, daſs eben dieſe Hypothesen zu Versuchen leiteten, welche unsere Kenntniſs dieses Gegenstandes sehr bereichert und berichtigt haben. Da ein übereilter Witz dieſe Hypothesen auf Analogien gründete, die mehr nur zwiſchen einzelnen Phänomenen als zwiſchen Gesetzen ſtatt fanden, die zum Theile nur entfernt, nicht ausschlieſsend und oft ſelbſt gezwungen waren, und ſich an Erfindung dieser Hypothesen übte, ehe noch die Beobachtungen, die allen Theorien vorangehen müſſen, gehörig durch Wiederholung beſtätigt und berichtigt, und durch Variation hinlänglich erweitert und vermehrt worden waren, ſo konnten dieselben nicht anders als irrig oder wenigſtens ſehr zweifelhaft und einander widerſprechend ausfallen. Daher denn beynahe eben ſo viele verſchiedene Theorien als Köpfe, die über dieſe Erſcheinungen nachdachten, und daher der Wechſel der Meynungen in einem und ebendemſelben Kopfe. Einige, wie *Galvani*, *Valli*, wollten die Natur des Nervenfluidums, die Geſetze ſeiner Wirkungen damit entdeckt haben; andere, wie *Volta*, *Reil*, glaubten, nicht die Phyſiologie, ſondern die Lehre von der Elektrizität habe durch dieſe neuen Beobachtungen wichtige Aufſchlüſſe erhalten, und erklärten die Erſcheinungen durch eine neue Eigenſchaft der Metalle, noch andere endlich, wie *Fowler*, *Gren*, *Creve*, ſchloſſen eben das Princip, dem die vorhergehenden nur auf verſchiedene Art die beobach-

teten

teten Wirkungen zuſchrieben, nehmlich die Elektrizität, von aller Wirkſamkeit hiebey aus.

Ehe man ſich aber an Theorien wagt, ſollte man erſt die Thatſachen ins reine bringen, dasjenige, was bleibend, weſentlich und allgemein iſt, herausheben, und dieſelben in Beziehung auf andere Erſcheinungen in der Natur betrachten, kurz ihre Geſetze entwickeln. Dabey ſind vorſichtige Folgerungen in Rückſicht auf die Urſache nicht ausgeſchloſſen, und bey gehöriger Behutſamkeit kann man ſich hiebey gegen alle Einwürfe ſichern, wenn man nur anders auf die Ehre Verzicht thun will, alle Räthſel, zumal aber nur anſcheinend durch irgend ein Traumbild der Phantaſie und des Witzes aufgelöſt zu haben.

Ich werde daher in den folgenden Blättern erſt die Haupterſcheinungen feſtzuſetzen ſuchen, ſo weit ſie ſich nehmlich theils aus meinen eigenen vielfältigen Erfahrungen, theils aus denen der beſten Schriftſteller über die thieriſche Elektrizität, deren Beobachtungen ich jedesmal mit den meinigen vergleichen, kurz prüfen und wo es nöthig iſt, erläutern und berichtigen werde, ergeben, alsdann werde ich einige allgemeine Folgerungen in Rückſicht auf die Bedingungen und Geſetze der verſchiedenartigen Erſcheinungen ableiten, und endlich Bemerkungen zu einer Erklärung nebſt einer Prüfung der wichtigſten Theorien vortragen. Dieſs wird mir zugleich Gelegenheit geben, von der Reizbarkeit und dem Ver-

hältnifs derfelben gegen die thierifche Elektrizität zu handeln, und auf diese Art wird fich am Ende auch der Gewinn beftimmen laffen, den durch diefe neue Entdeckung bis izt die Phyfiologie oder fonft eine andere Wiffenfchaft erhalten hat.

ERSTER

ERSTER ABSCHNITT.

VERSUCHE ÜBER DIE ERREGUNG VON ZUCKUNGEN DURCH DIE THIERISCHE ELEKTRIZITÄT *).

ERSTE ABTHEILUNG.

Verſuche über die Erregung von Zuckungen bey unmittelbarer Bewaffnung der Nerven.

I.

Bewaffnung der Nerven und Muskeln zugleich.

Ich öffnete die Bruſthöhle und den Bauch eines gemeinen grünen Waſſerfroſches (*Rana eſculenta L.*), nahm alle Eingeweide heraus, und entblöſste die Schenkel von ihrer

*) Ohne dadurch zum voraus entſcheiden zu wollen, ob eine ſolche thieriſche Elektrizität auch wirklich in der Natur gegründet ſey, bediene ich mich bloſs dieſer Benennung, um das neue von *Galvani* entdeckte Reizmittel zu bezeichnen, weil dieſer Ausdruck von den meiſten Schriftſtellern angenommen iſt, jede weitere Umſchreibung entbehrlich macht, und es hinlänglich als ein eigenthümliches und von allen bekannten Reizmitteln unterſchiedenes karakteriſirt. *Fowler* nennt eben dieſes Reizmittel Influenz.



Haut. Unterlegte ich nun dem einen oder andern Schenkelnerven, welche durch dieſe Zubereitungsart bloſs gelegt waren, ein Streifchen Stanniol, und berührte mit dem einen Ende eines gebogenen Silberdraths, deſſen anderes Ende auf den Muskeln der Gliedmaaſse mit bewaffnetem Nerven aufgeſetzt war, die Nervenarmatur, ſo zeigten ſich im Augenblicke der Berührung in dieſer Gliedmaaſse ſehr lebhafte Zuckungen.

Die Stärke dieſer Zuckungen war nach Verſchiedenheit der Umſtände ſehr verſchieden:

1. Lebhafter waren dieſelben, wenn der Silberdrath in einer groſsen Länge die Muskeln des Schenkels als wenn er ſie nur mit ſeiner Spitze berührte, und ſie wurden ebenfalls ſtärker, wenn er mit ſeiner Spitze in die Muskeln hineingedrückt wurde. Ferner erregten eine Silbermünze oder Silberplatte, welche die Muskeln in einer groſsen Fläche berührten, weit lebhaftere Zuckungen als der Silberdrath.

2. Auch machte es einen groſsen Unterſchied, ob das Silber vorher die Nervenarmatur berührte, ehe man es in Berührung mit den Muskeln brachte oder umgekehrt. Im erſten Falle waren nehmlich die Zuckungen weit ſchwächer als im letztern, und dieſer Unterſchied war ſo auffallend, daſs ich bey kleinern Fröſchen, deren Reizbarkeit überhaupt, ſofern ſie durch dieſes oder ein anderes Reizmittel geprüft und nach der Stärke und Dauer der Zuckungen gemeſſen wurde, weit ſchwächer als bey gröſsern Individuen war, öfters ſelbſt im Anfange keine Zuſammenziehungen erregen konnte, wenn das Silber zuerſt die Bewaffnung und dann erſt die Mus-

keln

I. v. II. Verschiedene leitende Verbindung d. Excitators mit d. M.

keln berührte. Diesen auffallenden Unterschied beobachteten auch *Valli k)*, *Gren l)* und *Fowler m)*.

Die Zusammenziehungen wurden, je länger die Versuche fortgesetzt wurden, allmählich schwächer, und hörten in der Progression auf, dass sie unter denjenigen Umständen, unter denen sie gleich Anfangs schwächer gewesen waren, auch bälder verschwanden. So brachte der Silberdrath, wenn er bloss mit seiner Spitze auf die Muskeln aufgesetzt wurde, bald keine Zuckungen mehr hervor, die noch lebhaft erschienen, wenn er die Muskeln in einer grossen Länge berührte, oder wenn ich mich statt des Draths einer grössern Silbermünze bediente.

II.

*Verschiedene leitende Verbindung des Excitators *) mit den Muskeln.*

Um Zuckungen in der Gliedmaasse des bewaffneten Nerven zu erregen, war es nicht nöthig, dass der Silber- Exci-

k) *Grens* Journal a. a. O. S. 393.

l) a. a. O. S. 405.

m) a. a. O. S. 36.

*) Durch diese Benennung, die auch bey andern Schriftstellern gebräuchlich ist, will ich das andere Metall, das zur Erregung der Zuckungen nothwendig ist, von der Bewaffnung des Nerven unterscheiden. Im Grunde ist aber dieser Ausdruck sehr uneigentlich, weil mit dem nehmlichen Recht auch die Nervenarmatur den Nahmen Excitator verdient, indem sie eben so gut zur Erregung der Zusammenziehungen beyträgt, und daher werde ich bisweilen beyde Metalle Excitatoren nennen.

fig. V.



= Excitator.

l. 1. ii. Verſch. leitend. Verb. d. Exc. m. d. M.

Excitator die Muskeln dieſer Gliedmaaſse berührte, ſondern ſie zeigten ſich auch, wenn der Excitator auf die andere hintere Gliedmaaſse oder ſonſt auf irgend einen andern Theil des Froſches z. B. auf die vordern Gliedmaaſsen, die Zunge u. a. aufgeſetzt wurde, und zwar nur in der Gliedmaaſse, deren Nerve bewaffnet war. Auch dann ſtellten ſich dieſelben ein, wenn eine Verbindung des Excitators mit der Gliedmaaſse durch irgend einen feuchten thieriſchen Theil ſowohl von dieſem als einem andern Froſche oder irgend einem andern Thier, Eingeweid, Nerven, Häute, Blutgefäſse, friſche feuchte Pflanzentheile, oder überhaupt einen naſsgemachten Theil z. B. naſſen Schwamm, naſſes Papier, naſſes Holz geſchah, und in allen dieſen Fällen das Silber die Nervenarmatur berührte. Mehrere Beyſpiele von dieſer Art erzählen auch *Valli n)* und *Fowler o)*. Uebrigens waren in allen dieſen Fällen die Zuckungen ſchwächer als wenn das Silber die untere Gliedmaaſse unmittelbar berührte, und hörten auch bälder auf.

Wenn die menſchliche Hand die Gliedmaaſse, und das Silber in der andern Hand die Bewaffnung berührte, ſo zeigten ſich bey dieſer Zubereitungsart, da nehmlich die Armatur auf dem muskulöſen feuchten Becken lag, nie Zuckungen, auch gleich im Anfange und unter den günſtigſten Umſtänden nicht.

Lebhafter waren unter übrigens gleichen Umſtänden die Zuckungen, wenn das Silber die entblöſte Mus-

n) a. a. O. S. 118-120.

o) a. a. O. S. 16. 17.

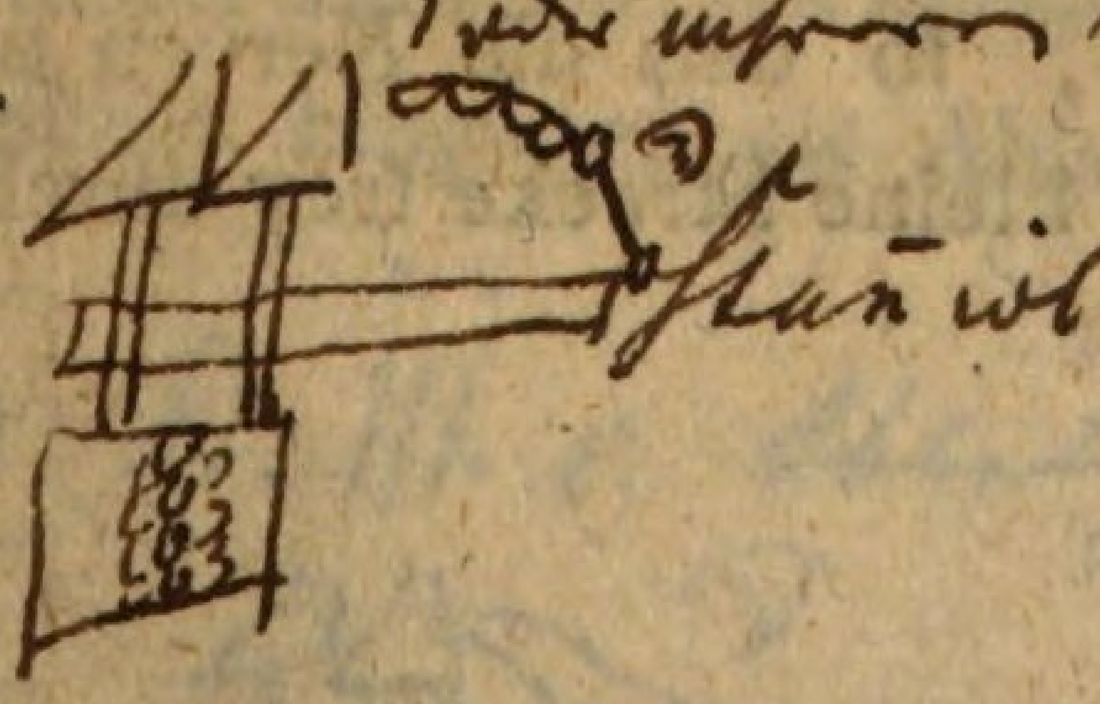
Muskeln, als wenn es die Haut der Gliedmaaſse berührte.

III.

Iſolation der Nerven und ihrer Bewaffnung — Verſuche, durch welche Galvanis *Hypotheſe widerlegt wird. — Circulation der thieriſchen Elektrizität.*

Ich durchſchnitt das Becken unterhalb dem Urſprung der Schenkelnerven und oberhalb ihrem Eintritt in die Gliedmaaſsen, und entfernte es, ſo daſs die Schenkelnerven frey durch die Luft von ihrem Urſprunge aus dem Rückenmarke an bis zu ihrem Eintritt in die Gliedmaaſsen ſich fortſtreckten, und armirte beyde Nerven mit einem gemeinſchaftlichen Streifen Stanniol.

1. Faſste ich nun mit der einen Hand die Schenkel, und berührte mit dem Silber in der andern Hand die Stanniolarmatur, ſo zeigten ſich Zuckungen in beyden Gliedmaaſsen. Dieſe Zuſammenziehungen entſtanden auch, wenn durch eine Reihe von mehrern Menſchen, welche ſich einander die Hände gaben, die Verbindung geſchah, ſo nehmlich, daſs der eine äuſserſte die untern Gliedmaaſsen und der andere mit dem Silber die Nervenarmatur berührte. Eine Unterbrechung in dieſer Reihe hinderte die Erregung der Zuſammenziehungen, die ſich aber ſogleich wieder zeigten, wenn die Strecke des Bodens, auf der die zwey Perſonen, die ſich immer mit ihren Händen faſsten, ſtanden, naſs gemacht wurde.



Da

Da ich bey einem auf die nehmliche Art zubereiteten Froſche keine Zuſammenziehungen erregen konnte, wenn ſich mehrere Perſonen mit ihren trockenen Händen hielten, ſo entſtanden dieſelben ſogleich, wenn die Hände naſs gemacht wurden. Ferner da ſich keine Zuckungen mehr zeigten, wie ich mit der einen Hand den Schenkel berührte, und mit dem Excitator in der andern trockenen Hand die Armatur, ſo entſtanden dieſelben wieder, wie ich dieſe Hand naſs machte. Wurde das Becken wieder den Nerven und ihrer Bewaffnung untergeſchoben und in ſeine vorige Lage in Berührung mit den untern Gliedmaaſsen gebracht, ſo konnten auf die angezeigte Art keine Zuſammenziehungen mehr erregt werden.

2. Bey entferntem Becken ſtellten ſich lebhafte Zuckungen ein, auch wenn der Excitator zuerſt die Stanniolarmatur und dann die Gliedmaaſsen berührte, die ſogleich ſchwächer wurden und bald ganz verſchwanden, wenn das Becken wieder untergeſchoben wurde. Ueberhaupt waren unter ſonſt gleichen Umſtänden die Zuſammenziehungen weit ſchwächer, wenn das Becken unter der Bewaffnung des Nerven lag, und ſich zugleich in Verbindung mit den untern Gliedmaaſsen befand, als wenn die Nerven und ihre Bewaffnung von der Luft unterſtützt wurden.

3. Wurde aber das Becken ſo untergeſchoben, daſs zwar ebenfalls die Bewaffnung der Nerven auf daſſelbe zu liegen kam, aber ohne daſs es die untern Gliedmaaſsen berührte, ſo daſs die Nerven unterhalb dem Becken noch eine kleine Strecke frey durch die Luft ſich fort-

Di welche Galv. [illegible] widerlegt wird — [illegible]
Electric.

fortſtreckten, ſo zeigten ſich alle Erſcheinungen eben ſo wie wenn das Becken ganz entfernt geweſen wäre; ſobald aber nun das Becken die untern Gliedmaaſsen berührte, oder ein naſſes Schwammſtückchen zwiſchen dieſen und jenem eine leitende Verbindung machte, ſo hörte die auf die angezeigte Arten ſich äuſsernde Verſtärkung der Wirkung ſogleich auf. Kurz die Iſolation der Nerven und ihrer Bewaffnung durfte, um die angezeigten Erſcheinungen hervorzubringen, keine vollkommene, ſondern nur eine partielle ſeyn, d. h. die Bewaffnung der Nerven konnte von lauter Leitern umgeben ſeyn, wenn nur von derſelben aus keine andern Leiter zu den Gliedmaaſsen als die Nerven führten.

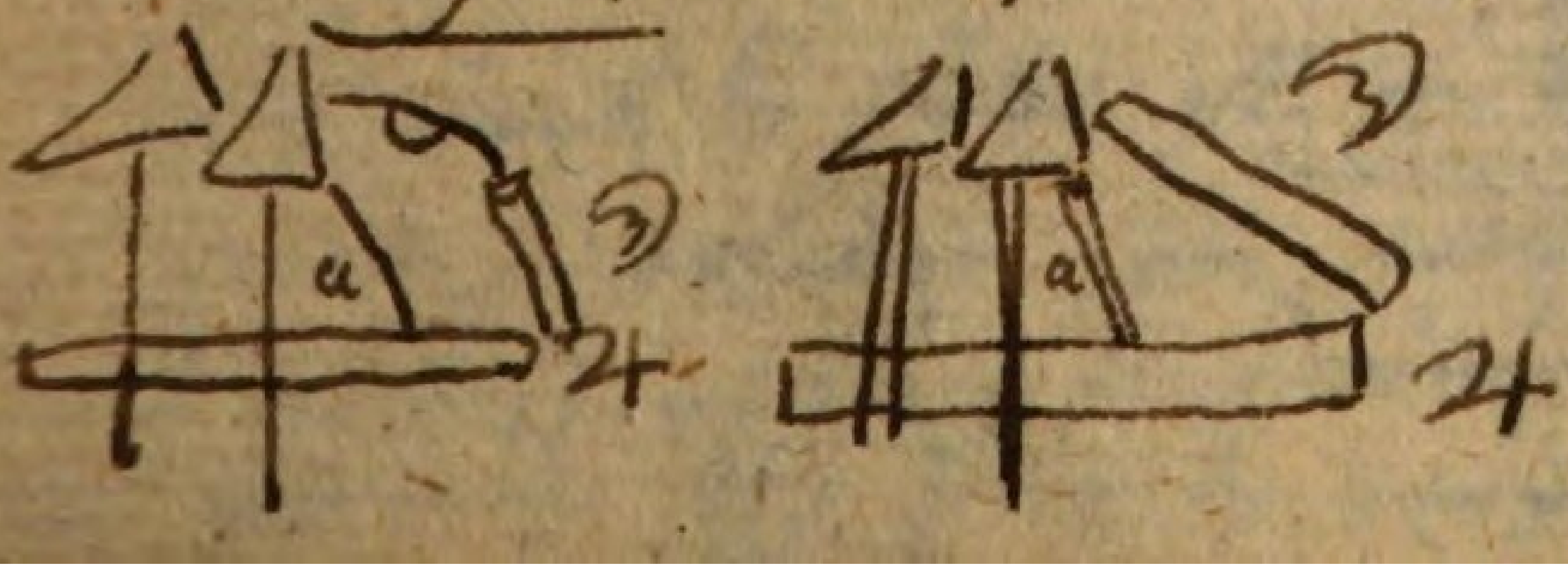
4. Die bisher erzählten Erſcheinungen, welche eine Folge der beſondern Zubereitungsart waren, zeigten ſich vollkommen auch, wenn die Nerven mit ihrer Armatur von der Berührung des feuchten Beckens durch eine Unterlage von Glas, Siegellack, Schwefel, Elfenbein u. ſ. w. kurz irgend einem iſolirenden Körper entfernt wurden.

5. Da ich alſo gefunden hatte, daſs noch eine andere Ableitung von der Nervenarmatur zu den Muskeln als durch die Nerven allein die Wirkung auffallend ſchwächte, ſo erforſchte ich, ob in dieſer Rückſicht ein Unterſchied nach Verſchiedenheit der Ableiter ſtatt fände. Geſchah die Ableitung von der Zinnarmatur zu dem Schenkel des bewaffneten Nerven durch meinen Finger, ſo entſtanden dennoch Zuckungen, wenn ich mit dem Silber-Excitator in der andern Hand die Nervenbewaffnung berührte. Geſchah hingegen die Ableitung durch ein

Ableitg. v. d. Nerv. z. d. Muskeln

Stück

Fig. 4. Ab. III. s. Ableitg. a.

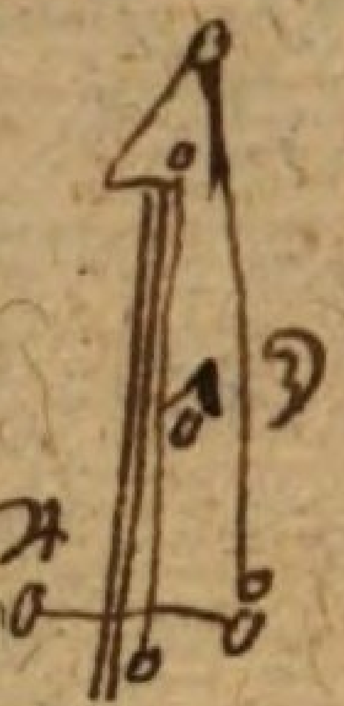


Stück naſſen Schwamms, oder durch Metallſtreifen z. B. von Gold, Silber, Kupfer, Eiſen, Zinn, ſo konnten bey der bloſsen Berührung des Schenkels durch die Hand, und der Nervenarmatur mit dem Excitator in der andern Hand, keine Zuckungen erregt werden, und bey der unmittelbaren Berührung der Muskeln durch den Excitator zeigten ſich ebenfalls, ja nachdem die Ableitung durch einen Körper geſchah, theils gar keine, theils verſchieden heftige Zuckungen. Bey der Ableitung durch Gold oder Silber war der Excitator, auch wenn die Verſuche gleich im Anfange bey ſehr reizbaren Fröſchen angeſtellt wurden, völlig unwirkſam, bey Ableitung durch Kupfer waren die Zuckungen nur ſchwach, ſtärker und länger erregbar, bey der Ableitung durch Eiſen noch lebhafter und länger dauernd, bey der Ableitung durch Zinn oder ein Stück naſſen Schwamms, jedoch immer am lebhafteſten, wenn gar keine ſolche Ableitung von der Nervenarmatur zu den Muskeln ſtatt fand. Es war hier völlig einerley, welches von beyden, ob die Ableitung oder der Excitator die Nervenarmatur näher beym Nerven, oder entfernter nach auſsen zu berührte. Doch ſchien ein naſſes Schwammſtück die Lebhaftigkeit der Zuckungen mehr zu ſchwächen, wenn es auf den Nerven ſelbſt zu liegen kam. Auch muſste daſſelbe, um ſeinen Effekt zu thun, auf die Nervenarmatur angedrückt werden. Auch die Stelle der Berührung der Muskeln durch die Metallſtreifen ſchien gleichgültig zu ſeyn, nur muſste die Berührung in mehrern Punkten, und mit den von der Haut entblöſsten Muskeln geſchehen, und durch Andrücken innig ſeyn, denn ſonſt zeigten ſich z. B. bey

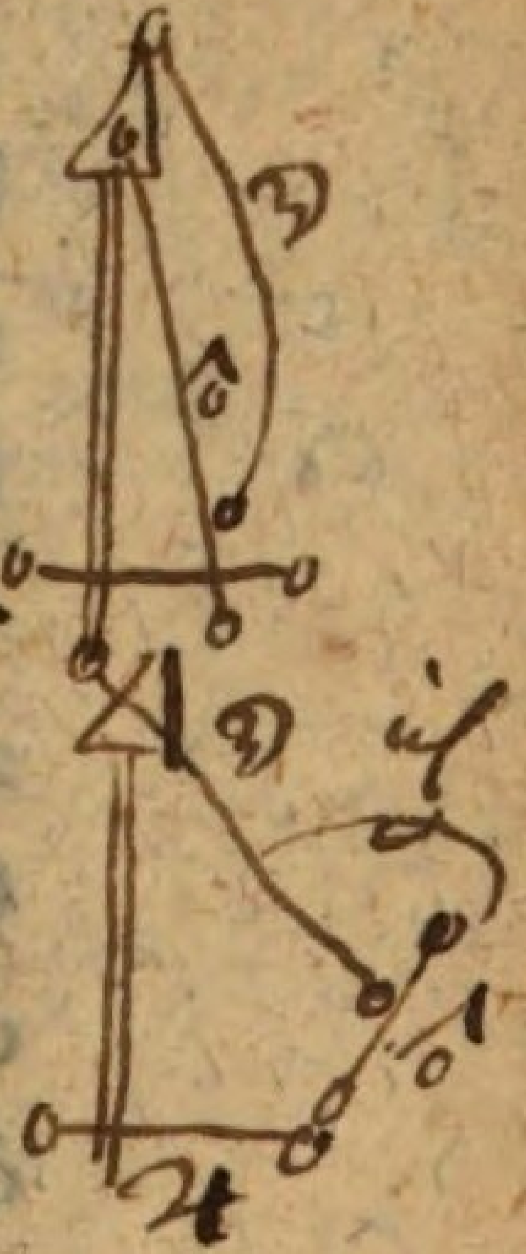
der

der Ableitung durch Gold- und Silberstreifen allerdings freylich nur sehr schwache Zuckungen, wenn z. B. die Berührung nicht an dem entblößten Schenkel, an den der Excitator angebracht wurde, sondern an den mit Haut bedeckten Waden geschah u. s. f.

Eine merkwürdige Ausnahme unter den Metallen machte der Zink; wenn nehmlich durch ihn die Ableitung von der Nervenarmatur zu dem Schenkel geschah, so waren die Zuckungen, welche nun der Silberexcitator erregte, vielmehr lebhafter, und konnten auch länger erregt werden, als bey Hinwegnahme dieser Ableitung. Ja der Zink zeigte sich schon als ein solcher Duplicator, wenn er bloss auf die Zinnarmatur gelegt, und nur mit dem nassen Finger berührt wurde, während der Silberexcitator in der andern Hand die Muskeln und Zinnarmatur berührte.



In diesen beyden Fällen waren die Zuckungen noch lebhafter, wenn das Silber den Zink selbst berührte; da sich keine zeigten, sobald der Zink ausser Berührung mit der Zinnarmatur gebracht wurde, so wie auch durch denselben der Effekt keineswegs verstärkt wurde, wenn er bloss auf der Zinnarmatur lag, ohne mit dem Schenkel oder mit meinem nassen Finger, der zugleich durch den Silberexcitator mit dem Schenkel in Verbindung stand, in Berührung zu seyn. Die Ableitung durch Bley schien ebenfalls die Lebhaftigkeit der Zuckungen eher zu vermehren, als zu schwächen, doch war es nicht sehr merklich, und in manchen Fällen zweifelhaft, durch den Zink war aber die Verstärkung constant und auffallend.





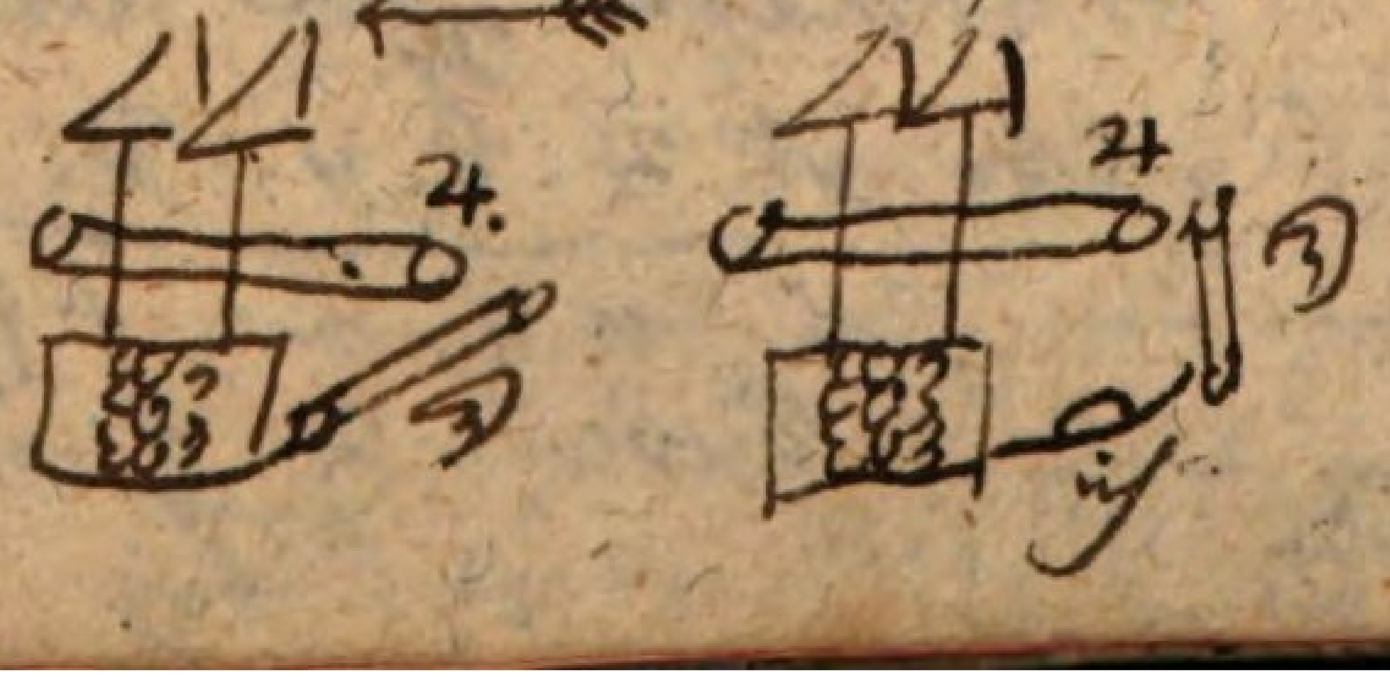
Vor-

Vorläufig mufs hier bemerkt werden, dafs die Metalle, welche hier als Ableiter gebraucht wurden, zugleich als Excitatoren wirkten, d. h. dafs fie bey der Berührung der Nervenarmatur ebenfalls, wie das Silber, Zuckungen erregten, die aber fogleich aufhörten, wenn fie an die Zinnarmatur angedrückt wurden, welches jedesmal vorher gefchah, ehe nun der Silberexcitator angewandt wurde. Unter diefen Metallen verhielten fich Gold, Silber und Zink als die beften Excitatoren (f. u. ein mehreres), woraus man fchon vorläufig fieht, dafs der Grad der Schwächung des Effekts nicht allein mit der Güte als Excitator im Verhältnifs ftand.

Aufser den Metallen gebrauchte ich auch die Erze derfelben, z. B. den Kupfer-, Schwefelkies, Bleyglanz, magnetifchen Eifenftein u. d. g. zur Ableitung, und fand diefelben fich eben fo wie das Gold und Silber verhalten, d. h. die Erregung der Zuckungen durch den Silberexcitator verhindern. Aber auch fie gehörten in Beziehung auf die Zinnarmatur zu den beften Excitatoren, felbft über das Gold und Silber.

6. Bey der Zubereitungsart mit entferntem Bekken zeigten fich auch Zuckungen, wenn der Excitator das Obertheil des Frofches an einem beliebigen Orte, und dann die Nervenarmatur, oder wenn auch nur die Finger der einen Hand das Obertheil, und das Silber in der andern Hand die Bewaffnung berührte, ohngeachtet diefes Obertheil mit den hintern Gliedmaafsen in keiner leitenden Verbindung als durch die Nerven ftand, indem ich durch Unterlegung einer Glasplatte jede andere forgfältig verhütete. Hier hatte eine beliebige Ableitung von

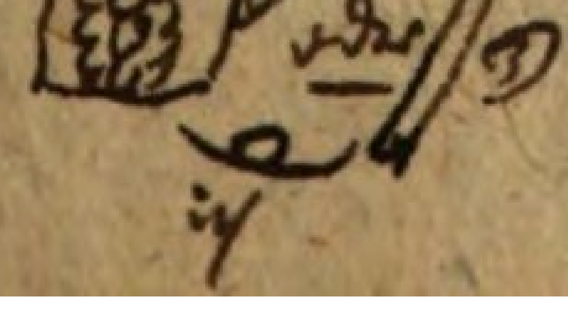
der



der Nervenarmatur zu der Gliedmaaſse des bewaffneten Nerven durchaus nicht den nehmlichen Effekt wie bey 5, ſondern um eben ſo wirkſam zu ſeyn, muſste ſie in einer entgegengeſetzten Richtung, nehmlich von der Nervenarmatur zum Obertheile angebracht werden. Indeſs war eine Ableitung von der Nervenarmatur zu der Gliedmaaſse doch nicht ganz ohne allen Effekt, ſondern Streifen von Gold, Silber, Kupfer, Eiſen, Zinn, Stücke von Bleyglanz, Kupferkies, Schwefelkies, magnetiſchem Eiſenſtein u. ſ. w. ſchwächten allerdings die Lebhaftigkeit der Zuckungen, nur hinderten ſie, wenn die Verſuche im Anfange angeſtellt wurden, keineswegs das Entſtehen der Zuckungen, ſelbſt diejenigen nicht, die ſich am wirkſamſten zur Schwächung zeigten, z. E. die Erze, dann das Gold, Silber, und ohngeachtet dieſer Ableitungen, beſonders beym Gebrauche der ſchwächern, konnten ſelbſt Zuckungen erregt werden, wenn nur die Finger das Obertheil berührten. Auch hier ward die Lebhaftigkeit der Zuckungen vermehrt, wenn durch den Zink eine Ableitung zur untern Gliedmaaſse geſchah.

Alles dieſs galt auch für die untere Gliedmaaſse, daſs nehmlich, wenn der Excitator oder die Hand ſie berührten, eine Ableitung von der Nervenarmatur nach dem Obertheile durch metalliſche Körper die Lebhaftigkeit der Zuckungen etwas ſchwächte, die Ableitung durch Zink ausgenommen, welche die Lebhaftigkeit derſelben vermehrte.

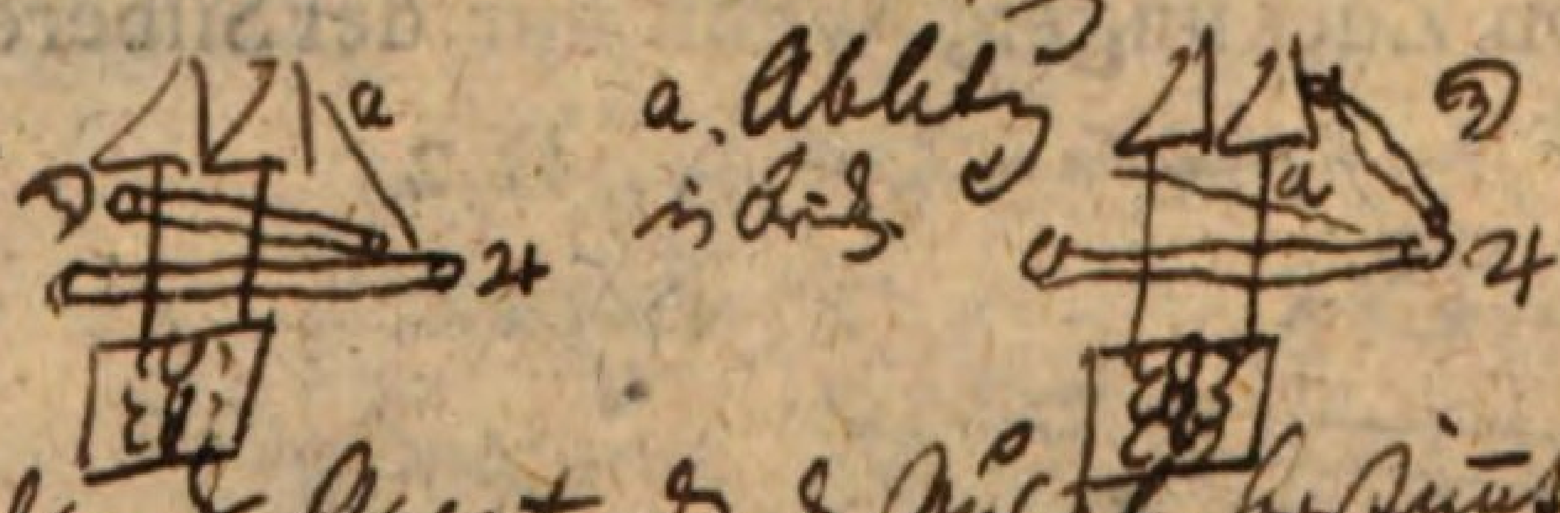
7. Eine Ableitung von Gold oder Silber von der Nervenarmatur zum Schenkel hinderte ebenfalls nicht das Entſtehen von Zuckungen, wenn nur der Silberexcitator



den Nerven und ſeine Armatur (S. u. die Verſuche über die Bewaffnung der bloſsen Nerven) berührte, doch wurde die Lebhaftigkeit derſelben durch eine ſolche Ableitung etwas gemindert, ſo wie auf der andern Seite eine Gold- oder Silberlamelle, die den Nerven und ſeine Armatur berührte, zwar die Zuckungen bey der Berührung der Schenkel und der Nervenarmatur durch den Excitator nicht hinderte, aber doch ſchwächte.

8. Die Zuckungen waren viel lebhafter, wenn der Excitator unmittelbar, als wenn die Hand die Muskeln berührte. Eben ſo waren die Zuckungen in jeder einzelnen Gliedmaaſse viel lebhafter, und konnten auch länger erregt werden, wenn nur ein Nerve bewaffnet wurde, als wenn unter ſonſt gleichen Umſtänden (d. h. bey gleicher Berührungsfläche des Excitators mit den Muskeln) durch eine gemeinſchaftliche Zinnarmatur in beyden Gliedmaaſsen zugleich Zuckungen erregt wurden.

Den Einfluſs der Ausſchlieſsung jeder andern Ableitung von der Nervenarmatur zu der Gliedmaaſse, als durch den Nerven ſelbſt, finde ich in keinem Schriftſteller ausdrücklich bemerkt. Mehrere, z. B. *Galvani*, *Fowler*, *Valli*, beobachteten zwar die Erſcheinung, daſs auch die menſchliche Hand und überhaupt eine Reihe von Menſchen Leiter für das in dieſen Verſuchen wirkſame Fluidum ſeyen, aber ſie behaupten dieſs ohne nähere Beſtimmung der Bedingung, unter welcher ſich allein dieſe Fähigkeit der menſchlichen Hand einſtellt. Auch von den unter 5. 6. und 7. erzählten Verſuchen finde ich nichts Aehnliches in den verſchiedenen Schriftſtellern über die thieriſche Elektricität.



9. Ganz

9. Ganz gleichgültig war es für die Lebhaftigkeit der Zuckungen, ob die untern Gliedmaafsen ifolirt waren oder nicht, und ob der Silberexcitator an einer ifolirenden Handhabe gehalten wurde oder nicht.

IV.

Trennung der Nerven vom Rückenmark.

Diefe Erfcheinungen zeigten fich auf die nehmliche Art, wenn die Gliedmaafsen vom Rumpfe und die Cruralnerven vom Rückenmarke losgetrennt wurden, und zwar zeigten fich die Zuckungen mit der nehmlichen Lebhaftigkeit und Dauer in der Gliedmaafse mit durchfchnittenen Nerven, und zuweilen fchien fogar (nachdem ich einige Zeit hatte verftreichen laffen, bis ich die Verfuche anftellte,) die Lebhaftigkeit noch gröfser in diefer als in der andern zu feyn, über welche das Thier bey der Zubereitungsart von I. noch lange feine Herrfchaft behielt, und durch heftige willkührliche Bewegungen in derfelben feine Unruhe und Schmerzen anzeigte.

Valli bemerkt ausdrücklich, dafs die Gliedmaafse, deren Nerve durchfchnitten ift, länger Zuckungen bey Anwendung des Metallreizes als diejenige zeigt, deren Nerve mit dem Rückenmarke und Hirn communicirt, und gründete hierauf fogar anfangs einen Hauptbeweis für feine Theorie *p*).

p) *Hufel.* II. St. S. 187. *Fowler* S. 31. 39.

Indessen ist dieser Unterschied nicht sehr auffallend und constant, und bey einem Huhn bemerkte *Valli* sogar das Gegentheil *q*).

V.

Bewaffnung der Nerven allein.

1. Ich trennte die Cruralnerven vom Rückenmarke und die Gliedmaassen vom Bekken, und unterlegte ihnen eine Glasplatte. Da ich nun den einen oder andern Cruralnerven mit Stanniol bewaffnete, und mit einem Silberdrath den Nerven an einem beliebigen Orte und dann die Bewaffnung berührte, so zeigten sich ebenfalls Zuckungen, wie wenn der Excitator die Muskeln berührt hätte. Auch hier zeigte sich der nehmliche auffallende Unterschied (wie oben bey Bewaffnung der Muskeln I. 2.) in der Lebhaftigkeit der Zuckungen, ob der Excitator zuerst die Nervenbewaffnung oder vorher den Nerven berührte. Ferner konnten auch dann Zuckungen erregt werden, wenn der Finger den Nerven und das Silber in der andern Hand die Bewaffnung berührten. Die wichtige Entdeckung, dass sich auch Zuckungen zeigen, wenn beyde Metalle bloss an den Nerven applicirt werden, und sonst in keiner leitenden Verbindung mit den Gliedmaassen stehen, machten unabhängig von einander *Volta* *), *Creve* **) und *Fowler* ***).

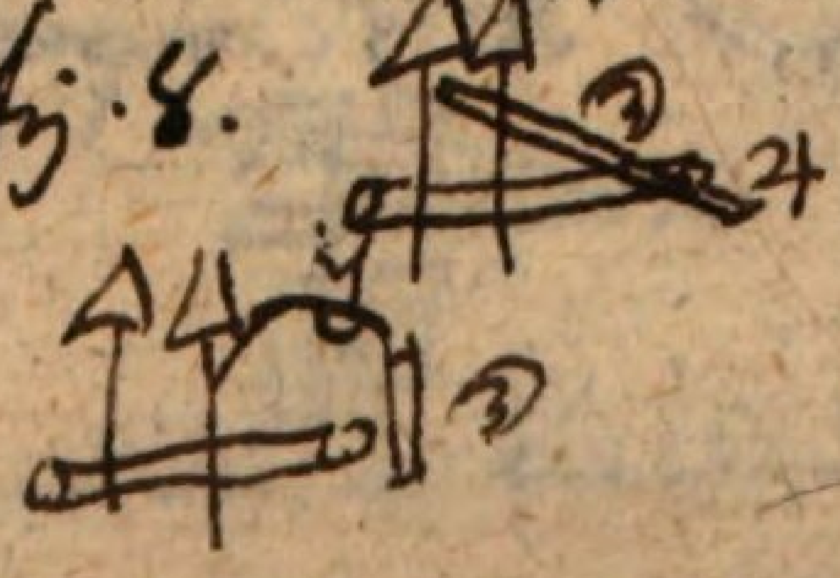
2. Da

q) a. a. O. S. 20.

*) a. a. O. S. 105.

**) Beyträge S. 16. Die Versuche, welche zu dieser Entdeckung leiteten, wurden in Gemeinschaft mit *Sömmering* angestellt.

***) Im November 1792. a. a. O. S. 11.



2. Da fich keine Zuckungen mehr zeigten, wenn der Excitator den Nerven an feinem obern bewaffneten Ende berührte, fo ftellten fie fich wieder ein, wenn der Nerve weiter unten, da wo er noch frifch und feucht war, berührt wurde, und zwar mufste, je länger die Verfuche fortgefetzt wurden, der Nerve allmählich mehr nach unten dem Schenkel näher berührt werden. Nach oben hatte aber auch der Nerve feine natürliche Befchaffenheit, die weifse Farbe verloren, und war trocken geworden, und diefe Veränderung erftreckte fich allmählich mehr nach unten, fo wie der Excitator den Nerven an diefer Stelle wiederholt berührt hatte. Dabey zeigte fich jedesmal der Nerve an der Stelle, wo feine Berührung durch den Excitator immer wirkfam war, auch für mechanifche Reize, z. B. Stechen, Kneipen, unempfindlich, die noch ihren gewöhnlichen Effekt thaten, wenn fie weiter nach unten an der Stelle, wo die Berührung durch den Excitator Zuckungen erregte, angebracht wurde. Befeuchtung des Nerven mit Waffer war nicht im Stande, ihm feine Fähigkeit, durch Berührung des Excitators, Zuckungen zu erregen, wieder zu ertheilen, und meine wiederholten Erfahrungen widerfprechen daher der Behauptung *Fowlers*, dafs fich die Zuckungen von neuem einftellen, wenn der trocken gewordene Nerve wieder nafs gemacht, und an diefer Stelle von beyden Metallen berührt wird r).

3. Auch die Nervenarmatur mufste allmählich mehr nach unten gefchoben werden, fo wie der Nerve nach

 oben

r) a. a. O. S. 27.

oben trocken und unempfindlich wurde, wenn man noch Zuckungen erregen wollte. Hiebey zeigte ſich der Unterſchied von dem vorigen Falle, daſs da ſich keine Zuckungen mehr zeigten, wenn der Nerve nach unten, da wo er noch friſch war, oder der Schenkel, und die Armatur, welche dem obern Theile des Nerven, der trocken geworden war, unterlag, vom Excitator berührt wurden, die Zuſammenziehungen ſogleich wieder entſtanden, wenn der Nerve nach oben mit Waſſer befeuchtet wurde.

4. Auch gleich im Anfange, da der Nerve noch überall friſch und gleich empfindlich für die Reize war, ſchien es einen Unterschied zu machen, an welcher Stelle der Nerve vom Silberdrath berührt wurde. Die Zuckungen waren nehmlich, die Armatur mochte oben, in der Mitte, oder nach unten dem Nerven unterliegen, jedesmal am ſchwächſten, wenn der Theil des Nerven, der auf der Armatur lag, berührt wurde, und ſchienen um ſo lebhafter zu ſeyn, je entfernter der Berührungspunkt des Nerven durch den Excitator von der Bewaffnung war. Dies galt auch für den Fall, da der Excitator die Muſkeln berührte. So waren bey der Berührung des Schenkels die Zuckungen am lebhafteſten, wenn die Armatur nach oben und bey der Berührung des Obertheils (ich bediente mich nehmlich bey dieſen Verſuchen der Zubereitungsart mit entferntem Bekken und Luft, oder Glasiſolation der Nerven), wenn die Armatur nach unten gegen den Eintritt in den Schenkel angebracht war. Indeſſen nahm die Lebhaftigkeit der Zuckungen nur mit der Strecke der nackten Nerven, die zwiſchen beyden Armaturen enthalten war, nicht

aber

1. t. vi. Fortsetzung - Nothwendig. Bedingung, unt. welch. sich d. Zuckungen wiederholen.

aber überhaupt mit der Strecke von empfindlichen reizbaren Theilen, die zwiſchen ihnen ſich befanden, zu. So machte es bey gleichbleibender Stelle der Nervenarmatur keinen Unterſchied, ob der Excitator weit oben an dem Schenkel oder tief unten an den Waden angebracht wurde u. ſ. f. †

5. Bey der Zubereitungsart von I. wo die Nervenarmatur auf dem feuchten Bekken lag, waren unter ſonſt gleichen Umſtänden die Zuckungen viel lebhafter, wenn der Silberdrath den Nerven, als wenn er den Schenkel berührte. Bey der Iſolation der Nerven (III. 1. 4.) war der Unterſchied in der Lebhaftigkeit der Zuckungen, je nachdem Nerve oder Muskeln berührt wurden, nimmer ſo auffallend, und vielmehr ſchien hier der Vorzug auf der Seite der Muskeln zu ſeyn.

VI.

Fortſetzung. Nothwendige Bedingung, unter welcher ſich die Zuckungen wiederholen.

Um zu beweiſen, daſs ſich auch Zuckungen zeigen, wenn beyde Metalle bloſs in Berührung mit dem Nerven gebracht werden, veranſtaltete Herr *Creve* den galvaniſchen Verſuch ſo, daſs er den vom Rückenmarke getrennten, und bloſs gelegten Cruralnerven, an ſeinem Ende mit einem Streifchen Stanniol umwickelte, den armirten Theil des Nerven auf eine Silbermünze legte, und durch Unterlegung einer Glasplatte unter die Silbermünze jede leitende Verbindung mit den Muskeln verhin-



l. 1. vi. Bew. d. N. allein. Nothw. Beding.

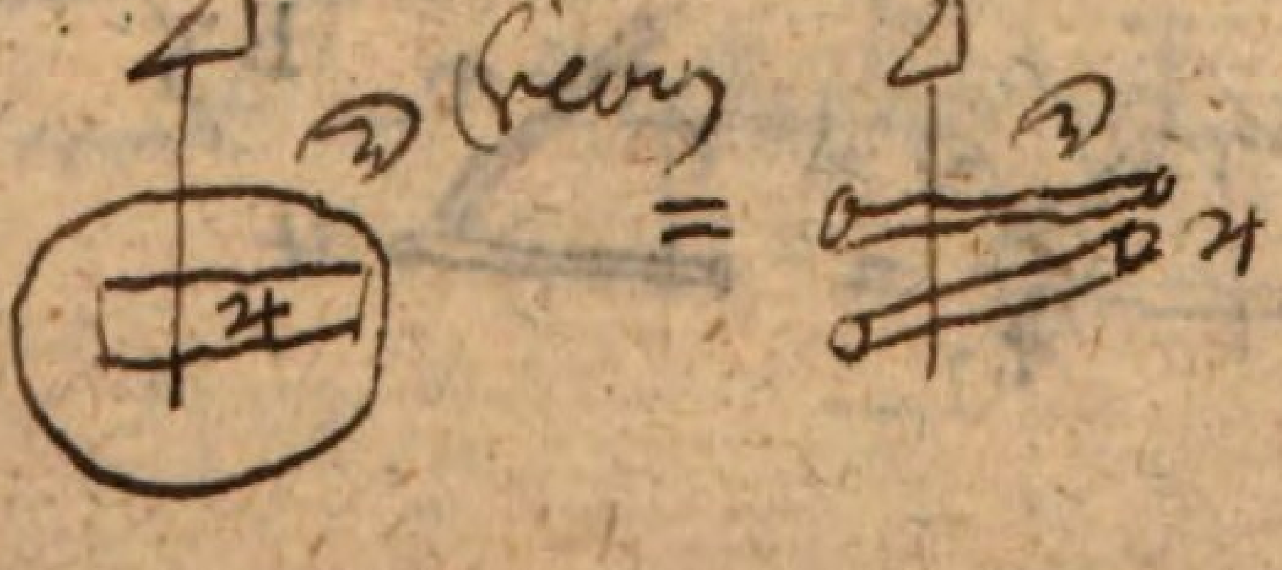
derte s). Bey dieser Vorrichtung zeigen sich 1. nur dann Zuckungen, wenn ausser der Stanniolarmatur auch der entblöfste Nerve zum Theil in Berührung mit der Silbermünze ist, und nun ein beliebiger leitender oder nicht leitender Körper den Stanniol berührt. Auch wiederholen sich dieselben anhaltend bey einer jeden neuen Berührung, oder bey einer zitternden Hin- und Herbewegung des Stanniols auf der Silbermünze. †

2. Wird aber der Stanniol und Nerve auf der Münze mit einem beliebigen Körper so hin und her bewegt, dass beständig eine innige Berührung statt hat, so bleiben die Muskeln in Ruhe.

3. Auch zeigen sich keine Zuckungen, wenn der Stanniol an die Silbermünze, durch einen beliebigen leitenden oder nicht leitenden Körper, auch nur in einem Punkte, angedrückt wird, und nun wie bey a Glas oder Metall denselben berührt, oder einen von der Münze aufwärts entfernten Theil desselben auf sie andrückt. Es scheint demnach eine Berührung und Bewegung des Stanniols nur dann Zuckungen zur Folge zu haben, wenn der vorige Contact desselben mit der Silbermünze aufgehoben und ein neuer gemacht wird. Wenigstens deutet hierauf die Erscheinung hin, dass bey dem Andrücken des Stanniols, wo also wenigstens in einem Punkte der alte Contact nicht aufgehoben werden kann, die Zuckungen sich nicht wiederholen. Diese Meinung wird auch dadurch wahrscheinlich, dass wegen der Erhabenheiten der Münze der Berührungspunkte zwischen der-

s) a. a. O. S. 26. 27.

† fig. w.



derſelben und dem Stanniol nicht ſehr viele ſeyn können, um ſo mehr, da er nur loſe auf derſelben liegt. Es zeigen ſich ſehr häufig auch Zuckungen, wenn nicht gerade der Stanniol, der auf der Silbermünze liegt, unmittelbar berührt, ſondern wenn nur der Tiſch, auf dem das Præparat liegt, ein wenig erſchüttert wird, und zwar ſcheint dann dieſe Erſchütterung ganz ſo wie die Berührung des Stanniols zu wirken. Auch dann, wenn durch den Excitator, vermittelſt der Berührung der Muskeln, die Zuckungen erregt werden, wiederholen ſich dieſelben nicht, wenn nun der Excitator in Berührung mit der Bewaffnung bleibt, ſtellen ſich aber ſogleich wieder mit der erſten Lebhaftigkeit ein, wenn nun der Excitator auſser Berührung mit der Nervenarmatur *), und alsdann gleich wieder in eine neue gebracht wird; auch wiederholen ſich dieſelben anhaltend, wenn der Excitator auf der Bewaffnung leicht hin und her bewegt wird, geſchieht aber dies mit einigem Drucke, ſo daſs die Berührung gleichſam nie aufgehoben werden kann, ſo bleiben die Gliedmaaſsen in Ruhe.

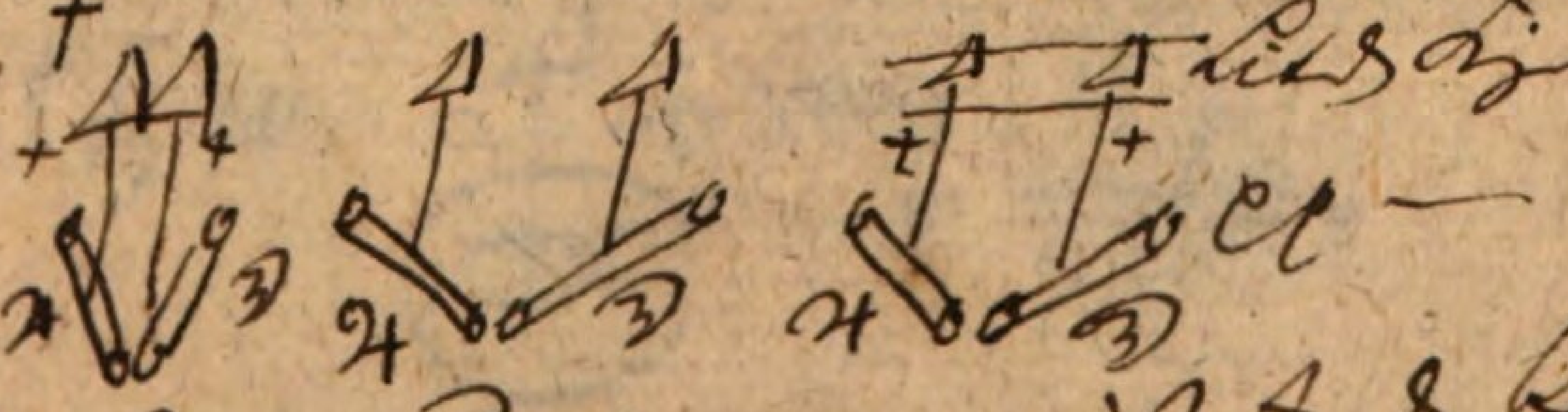
*) Daſs ſich auch Zuckungen in dem Augenblicke zeigen, in dem die beyden Metalle wieder auſser Berührung mit einander gebracht werden, ſoll unten noch näher erörtert werden, ſo wie überhaupt weiter unten Erſcheinungen vorkommen werden, die es zweifelhaft laſſen, ob Aufhören des Contacts gerade eine nothwendige Bedingung zur Erweckung der Zuckungen ſey, und ob nicht bloſse Veränderung der Berührungspunkte dazu hinreiche.

4. Bey der nehmlichen Vorrichtung zeigten ſich auch Zuckungen, wenn eine an die Schenkelmuskeln angebrachte ſilberne Sonde die Silbermünze, welche unter der Stanniolarmatur des Nerven lag, berührte, dieſer mochte mit ſeinem nackten Theile die Münze berühren oder nicht, und dieſe Zuckungen waren weit lebhafter und konnten auch länger erregt werden, wenn die Stanniolarmatur durch Glas oder Metall an die Silbermünze angedrückt wurde, ſo daſs die Berührung innig war, als wenn die Bewaffnung nur loſe auf der Münze lag.

VII.

Verſuche über den Lauf und die Richtung der thieriſchen Elektricität. — Fernere Beweiſe einer Circulation derſelben.

1. Da bey einem Froſche (die mit ihren Nerven vom Rumpfe getrennten Gliedmaaſsen lagen auf einer Glasplatte, und die Nerven waren auf dieſe Art bis zu ihrem Eintritt in den Schenkel iſolirt) der eine Cruralnerve mit einem Stanniol, der andere mit einem Silberplättchen bewaffnet wurden, ſo zeigten ſich bey der wechſelsweiſen Berührung beyder Bewaffnungen Zuckungen in beyden untern Gliedmaaſsen, wurden aber dieſe in ihrer obern Schenkelvereinigung durchſchnitten und von einander entfernt, ſo konnten auf die angezeigte Art in keiner von beyden mehr Zuckungen erregt werden, die ſich ſogleich wieder zeigten, wenn die Gliedmaaſsen oder die Nerven auch an ihren obern Enden oberhalb der

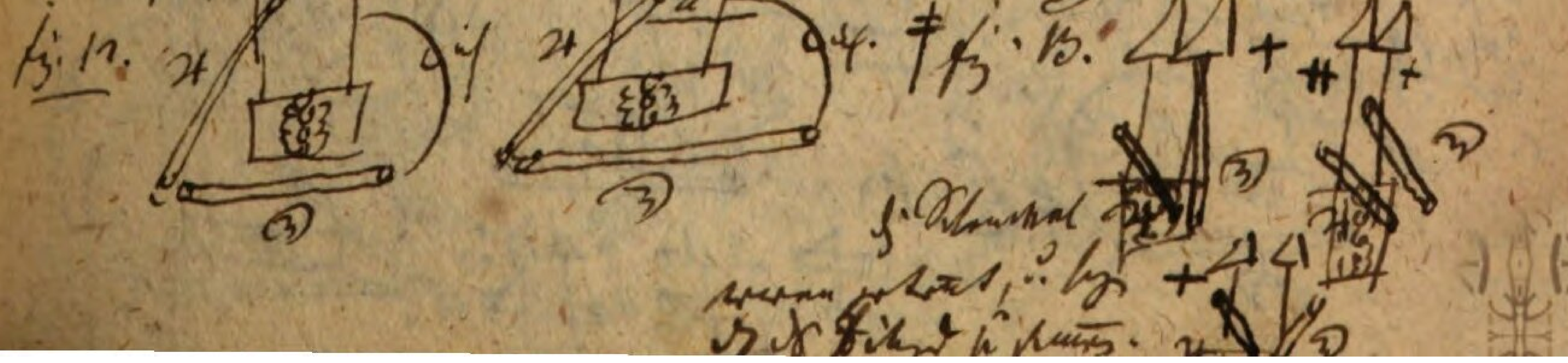


den Armaturen entweder in unmittelbare Berührung gebracht, oder durch einen beliebigen leitenden Körper mit einander verbunden wurden.

2. Ich durchschnitt das Becken oben und unten, und entfernte es, trennte und entfernte ebenfalls die Gliedmaassen von einander, und unterlegte eine Glasplatte. Bewaffnete ich nun den einen Schenkelnerven mit Stanniol, nach oben zu, in der Nähe seines Ursprungs auf dem Rückenmarke, und berührte mit meinem Finger den unbewaffneten Nerven, und mit dem Silber in der andern Hand die Stanniolarmatur, so zeigten sich in beyden Gliedmassen Zuckungen, die aber sogleich schwächer waren, und bald ganz verschwanden, wenn mein Finger zugleich die Stanniolarmatur berührte, oder gar ein Stück nassen Schwamms vom unbewaffneten Nerven zur Stanniolarmatur übergeführt wurde, in welchem Falle sie sogleich aufhörten.

3. Berührte der Silberdrath den unbewaffneten Nerven unmittelbar, so zeigte sich eine merkwürdige Verschiedenheit in den Erscheinungen, nach Verschiedenheit des Berührungsortes. Geschah nehmlich die Berührung des Nerven nach unten bey dem Eintritt in den Schenkel, so zeigten sich viel lebhaftere Zuckungen in dieser Gliedmaasse, als in der des bewaffneten Nerven, die in ihr bald ganz verschwanden, da sie noch in ersterer fortdauerten; so wie aber die Berührung weiter nach oben geschah, so wurden die Zuckungen in dieser Gliedmaasse schwächer, und stärker in der mit bewaffneten Nerven, und geschah endlich die Berührung ganz nach oben in der Nähe des Ursprungs des Nerven, so zeigten sich die

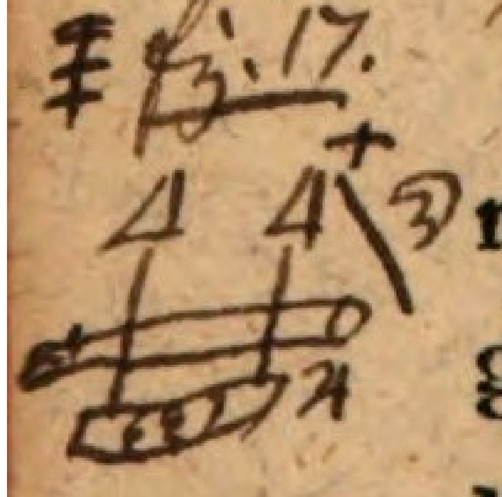
Zu-



Zuckungen allein in der andern Gliedmaaſse. Dieſer Unterſchied war dann beſonders auffallend, wenn der unbewaffnete Nerve nach oben zu für mechaniſche Reize unempfindlich geworden war.

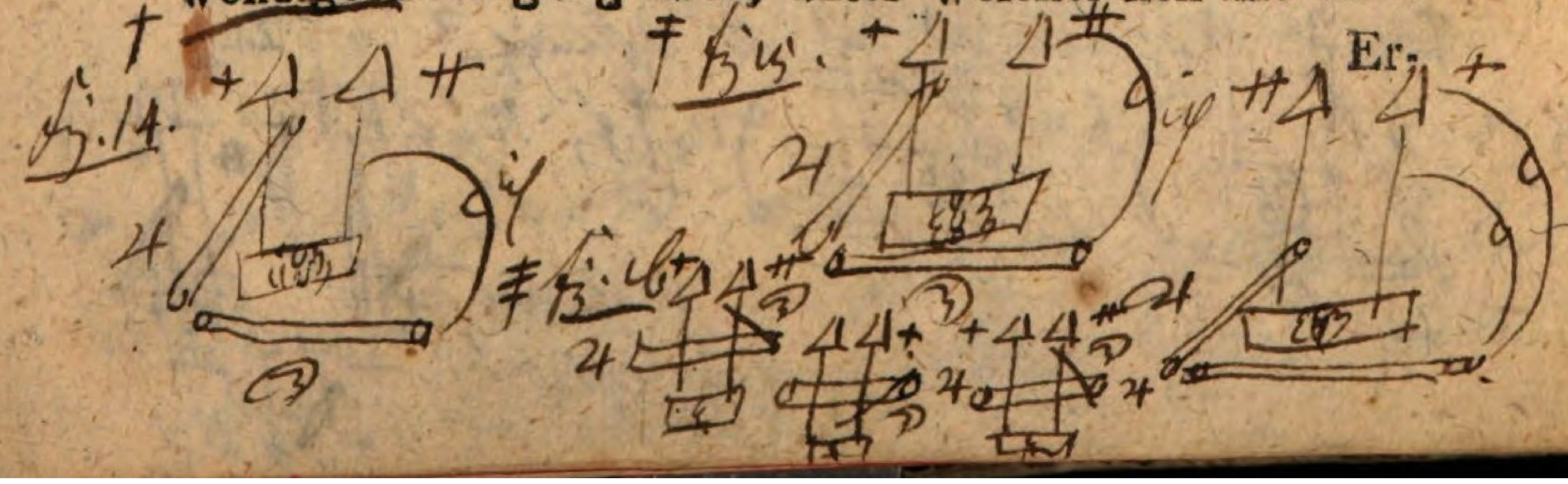
4. Berührte ich mit meinem Finger den Schenkel des unbewaffneten Nerven, und dann mit dem Silber die Stanniolbewaffnung des andern Nerven, ſo waren die Zuckungen weit lebhafter in der Gliedmaaſse des unbewaffneten Nerven, und konnten auch länger in dieſer erregt werden. Dieſer nehmliche Unterſchied zeigte ſich auch, wenn das Silber die Muskeln dieſer andern Gliedmaaſse unmittelbar berührte. In dieſen drey Fällen wurden die Zuckungen merklich lebhafter in den Gliedmaaſsen mit bewaffneten Nerven, wenn die Bewaffnung mehr nach unten, nahe bey dem Eintritt des Nerven in den Schenkel geſchoben wurde.

5. Wenn ich beyde Nerven mit einer gemeinſchaftlichen Stanniolarmatur umwickelte, ſo zeigten ſich in beyden Gliedmaaſsen Zuckungen, wenn das Silber den einen Nerven und die gemeinſchaftliche Stanniolbewaffnung berührte, jedoch ſtärkere in der Gliedmaaſse des vom Silber berührten Nerven, und als ſich keine Zuckungen in der andern Gliedmaaſse mehr zeigten, wenn der Nerve unterhalb der Stanniolarmatur berührt wurde, ſo konnten dieſelben noch erregt werden, wenn die Berührung oberhalb deſſelben geſchah.



Berührte das Silber die eine Gliedmaaſse und die gemeinſchaftliche Bewaffnung, ſo zeigten ſich nur Zuckungen in der vom Silber berührten Gliedmaaſse. Die nothwendige Bedingung aber, unter welcher ſich alle dieſe

Er.



Erscheinungen 2 — 5 zeigten, war die leitende Verbindung des unbewaffneten Nerven mit dem bewaffneten, die durch das Obertheil geschah; wurde nehmlich der unbewaffnete Nerve vom Rückenmarke losgetrennt und entfernt, so zeigten sich in keiner von beyden Gliedmaassen mehr Zuckungen, der Finger oder das Silber mochte den unbewaffneten Nerven oder seine Gliedmaase berühren, die sich aber sogleich wieder mit den erwähnten Verschiedenheiten nach Verschiedenheit der äussern Umstände einstellte, wenn der abgetrennte Nerve wieder mit dem Obertheile des Frosches, in der Nähe des bewaffneten Nerven, in Berührung gebracht, oder durch irgend einen leitenden Körper verbunden wurde.

VIII.

Unterbindung des Nerven. — Fernere Beweise einer Circulation der thierischen Elektricität.

1. Ich bereitete einen Frosch auf die unter III. angezeigte Art zu, und bewaffnete den einen Nerven nach oben zu mit Stanniol. Hier zeigten sich nun wie sonst lebhafte Zuckungen, wenn der Silberdrath den Nerven an einem beliebigen Orte und dann die Stanniolarmatur berührte. Unterband ich nun den Nerven mit einem Faden (von Zwirn oder Seide ist gleich viel) in der Mitte unterhalb der Armatur, so zeigte sich nun keine Spur von Zuckungen mehr, wenn der Excitator den Nerven oberhalb dem Bande und dann die Armatur berührte, die sich sogleich einstellte, wenn der Nerve unterhalb dem

Ban-



Bande oder die Muskeln vom Silberdrath berührt wurden. Das Band mochte angelegt ſeyn, wo es wollte, doch immer ſo, daſs noch ein Theil des Nerven unterhalb der Ligatur nakt war, ſo galt es allgemein, daſs ſich keine Zuckungen zeigten, wenn das Silber den Nerven oberhalb der Ligatur, und die Armatur, die ſich am obern Theile des Nerven befand, berührte, die ſogleich entſtanden, wenn der Excitator an den Nerven, unterhalb der Ligatur, oder an die Muskeln applicirt wurde. Oberhalb der Ligatur war jedesmal der Nerve auch unempfindlich für mechaniſche Reize, in Hinſicht auf die denſelben ſonſt entſprechende Wirkung auf die Muskeln, geworden.

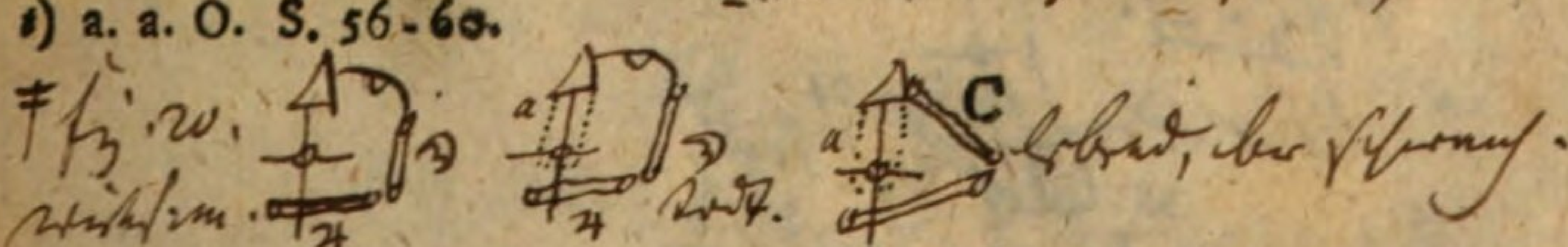
2. Da ich bey einem ähnlich zubereiteten Froſche das Band zunächſt bey dem Eintritt des Nerven in den Schenkel, und in genauer Berührung mit demſelben anlegte, ſo konnten nun auf keine Art Zuckungen erregt werden, ſelbſt wenn das Silber in einer ſehr groſsen Fläche die Muskeln der Gliedmaaſse berührte. Wurde nun aber der Nerve in den Schenkel hinein vom Fleiſche losgetrennt, und durch den Faden herausgezogen, ſo daſs er nun wieder eine Strecke nakt und auſser Berührung mit den Schenkelmuſkeln ſich forterſtreckte, ſo erſchienen bey der Berührung der Muskeln durch das Silber die Zuckungen wieder ſehr lebhaft, hörten aber ſogleich auf, wenn das Anziehen unterlaſſen wurde, ſo daſs der Nerve ſich zurückzog und wieder ins Fleiſch verbarg.

Dieſe Erſcheinungen beobachtete auch *Valli* †).

3. Bey einem auf gleiche Art zubereiteten Froſche, deſſen Gliedmaaſsen ich von einander getrennt und entfernt hatte, unterband ich den einen Schenkelnerven ohngefähr in der Mitte, und unterlegte ihm nach oben eine Zinnarmatur. Es entſtanden nun lebhafte Zuckungen, wenn ich den Schenkel mit der einen Hand faſste, und mit dem Silberexcitator in der andern Hand, die Armatur berührte. Unterlegte ich nun dem Nerven, in der Strecke unterhalb der Ligatur, ein Stück naſſen Schwamm, das ſich zugleich noch etwas über die Ligatur erſtreckte, ohne aber die Armatur zu berühren, und das zugleich mit den Muskeln in Verbindung war, ſo zeigten ſich nun keine Zuckungen mehr, wenn bloſs meine Hand den Schenkel berührte; und bey der unmittelbaren Berührung des Schenkels durch das Silber waren wenigſtens die Zuckungen viel ſchwächer, als bey entfernter Schwammunterlage.

Ganz gleiche Wirkung, wie die Schwammunterlage, hatten auch Lamellen von Gold, Silber, Kupfer, Stanniol, Bley, die dem Nerven unterlegt wurden, und ſich genau bis an die Ligatur oder zum Theil noch über dieſelbe erſtreckten, ohne aber die Nervenarmatur zu berühren, und die zugleich in Berührung mit dem Schenkel waren, und zwar wurde die Lebhaftigkeit der Zuckungen am meiſten durch das Gold und Silber geſchwächt, weniger durch das Kupfer, am wenigſten durch den Stan-

†) a. a. O. S. 56-60.

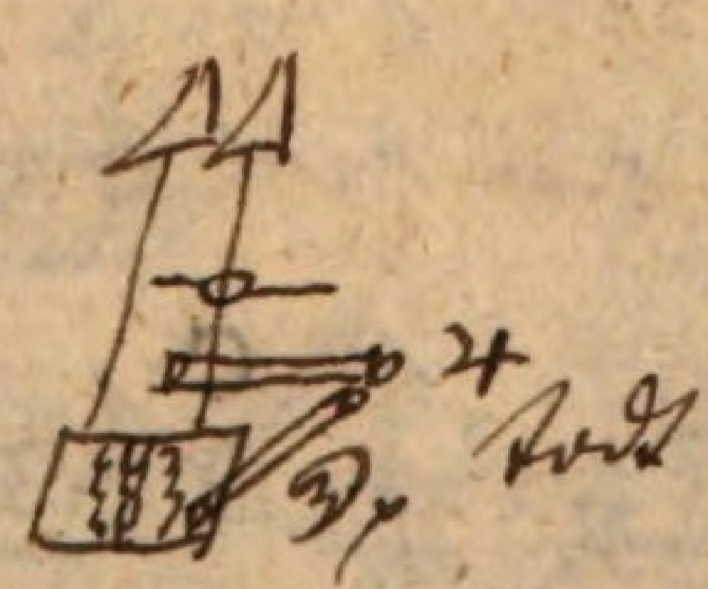


Stanniol und das Bley *). Wenn diese verschiedene Unterlagen mehr nach unten geschoben wurden, so daſs ein auch nur sehr kleiner Theil des Nerven unterhalb dem Bande davon entblöſst wurde, so zeigten sich nun auch Zuckungen bey der Berührung des Schenkels durch die Hand, und überhaupt nahm alsdann die Lebhaftigkeit der Zuckungen, bey der unmittelbaren Berührung der Muskeln durch den Excitator, ausnehmend zu, und zwar um so mehr, je mehr die Unterlage nach unten geschoben, und folglich je ein gröſserer Theil des Nerven von derselben entblöſst wurde.

4. Bey einem auf gleiche Art zubereiteten Frosche, dessen einer oder anderer Cruralnerve mit Stanniol bewaffnet, und unterhalb der Armatur unterbunden wurde, zeigten sich auch unter den günstigsten Umständen keine Zuckungen, wenn ich mit dem Excitator das Obertheil und die Nervenarmatur berührte.

IX.

*) Dieser Unterschied war dann besonders auffallend, wenn ich mich verschiedener Excitatoren bediente, wo dann bey der Anwendung eines unwirksamern, z. B. des Eisens, sich bey der Unterlage von Gold oder Silber frühzeitig gar keine Zuckungen mehr zeigten, die noch bey der Unterlage von Kupfer, Stanniol oder Bley erschienen. Der Gebrauch verschiedener Excitatoren von ungleicher Wirksamkeit war überhaupt das beste Prüfungsmittel, um die Verstärkung oder Schwächung des Effects durch Veränderung der äuſsern Umstände zu erfahren.

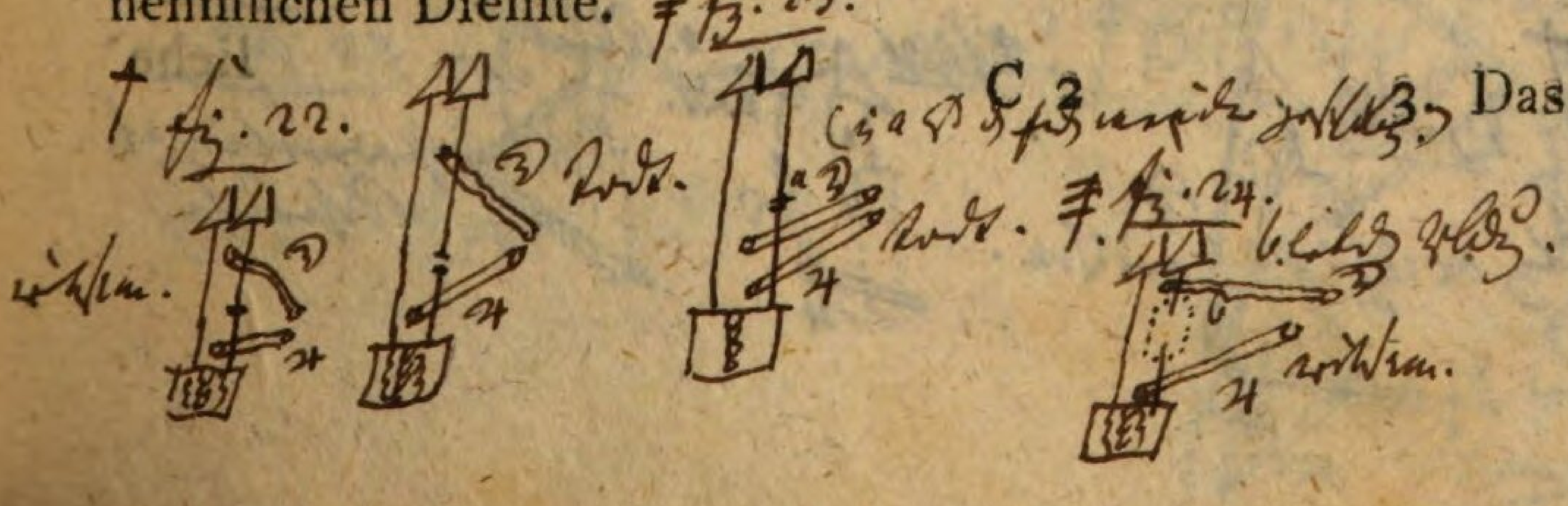


IX.

Durchschneidung des Nerven. — Bewaffnung anderer Körper, die mit dem Nerven in Verbindung stehen.

1. Ich trennte die Cruralnerven vom Rückenmarke, die Gliedmaaßen vom Rumpfe, und legte dieselben auf eine Glasplatte. Da ich nun den einen oder andern Schenkelnerven etwa in der Mitte entzweyschnitt, und den obern bewaffneten Theil vom untern auch nur um einen ganz kleinen Zwischenraum entfernte, so zeigten sich nun keine Zuckungen mehr, wenn die Gliedmaaße, oder der untere Theil des Nerven und die Armatur, vom Excitator berührt wurden, die sich sogleich wieder einstellten, wenn das obere bewaffnete Nervenstück das untere wieder berührte. Doch blieb auch in diesem Falle alles in Ruhe, wenn der Excitator das obere Nervenstück und die Armatur berührte, da sich doch sehr lebhafte Zuckungen gezeigt hatten, als der unversehrte Nerve an diesem Theile berührt worden war.

2. Die unmittelbare Berührung des obern bewaffneten Nervenstücks mit dem untern, sich in die Gliedmaaße forterstreckenden Nervenstamme, war aber nicht einmal zur Wiedererweckung der Zuckungen nöthig, sondern jede leitende Verbindung zwischen beyden Nervenstücken, z. B. durch ein Stück des andern Crural- oder Brachialnerven von diesem oder einem andern Frosche, durch einen fleischigten Theil, durch ein Stück nassen Schwamm, ein beliebiger Metalldrath that ganz die nehmlichen Dienste.



Das

3. Das obere Nervenstück wirkte, in allen diesen Fällen, bloss wie jeder andere leitende Körper, und war ganz entbehrlich, indem sich auch Zuckungen zeigten, wenn die Armatur an ein beliebiges anderes Nervenstück, oder an fleischigte Theile, nassen Schwamm, die in Berührung mit dem untern Theile des Cruralnerven waren, unmittelbar angebracht wurde, und sie zeigten sich auch alsdann noch, wenn z. B. das Schwammstücke in einer Entfernung von einem Fuss vom Nerven sich wegstreckte, und an sein äusserstes Ende der Zinnarmatur angebracht wurde, die dann ein langer gebogener, auf den Schenkel aufgesetzter Silberdrath berührte.

Ja es schien sogar keinen Unterschied in der Lebhaftigkeit der Zuckungen zu machen, ob das Zinn den Nerven unmittelbar, oder einen solchen Schwammstreifen von mehrern Zollen, welcher dem Nerven zur Unterlage diente, nahe oder entfernt bey demselben bewaffnete.

4. Auch hier schwächten Ableitungen durch metallische Körper, welche von dem Streifen Schwamm zwischen dem Nerven, der am einen Ende desselben und der Zinnarmatur, welche am andern Ende desselben sich befand, zum Schenkel geführt wurden, den Effekt so zwar, dass sie das Entstehen der Zuckungen ganz hinderten, wenn bloss die Hand die Muskeln berührte, aber doch nun die Lebhaftigkeit derselben verringerten, wenn der Excitator die Muskeln unmittelbar berührte, selbst wenn die wirksamen Ableitungen von Gold, Silber angewandt wurden, denn auch hier befolgten, in Rücksicht auf Schwäche des Effekts, die metallischen Körper die nehm-

liche



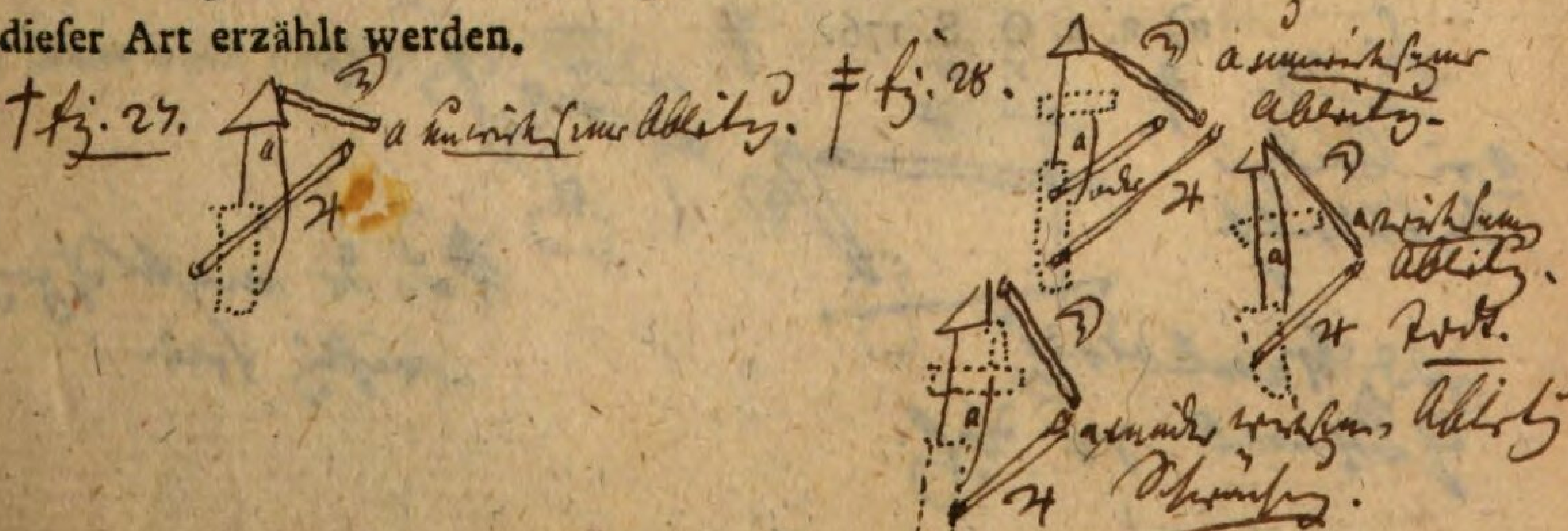
liche Ordnung, wie oben (III. 5.). Unwirkſam waren aber dieſe Ableitungen, wenn ſie den Schwammſtreifen an einer Stelle berührten, wo die Zinnarmatur zwiſchen ihnen und dem Nerven ſich befand.

5. Auch dann zeigten ſich auf die nehmliche Art die Zuckungen, wenn der Nerve ein Stückchen Schwamm zur Unterlage hatte, ein anderes Stück Schwamm aber, auf welchem die Zinnarmatur ſich befand, mit dem erſtern durch ein beliebiges Metallſtück in leitender Verbindung ſtand, und zwar machte die Verſchiedenheit der metalliſchen Verbindung keinen Unterſchied in den Zuckungen, dieſe konnten aber ſogleich nimmer, auch wenn die Reizbarkeit noch in ihrer vollen Kraft war, erregt werden, wenn nur dieſes Metallſtück, das zwiſchen beyden Schwammſtücken eine Leitung machte, mit dem Schenkel in Berührung kam. Eine Ableitung durch naſſen Schwamm von demſelben zum Schenkel ſchwächte hingegen bloſs den Effekt*).

6. Eben ſo konnte ich Zuckungen erregen, wenn ich den Nerven mit Stanniol nach oben bewaffnete, und den Silberexcitator an ein Schwammſtückchen applicirte, das mit dem Nerven durch einen beliebigen Metall-

 drath

*) Dieſe Verſuche 3. 4. 5. gehörten eigentlich nicht in dieſe Unterabtheilung, indem in denſelben der Nerve nicht unmittelbar bewaffnet wurde. Des Zuſammenhangs wegen, und weil ſie zur Erläuterung der vorhergehenden dienen, konnte ich ſie aber nicht übergehen. Doch werden weiter unten in einer eigenen Unterabtheilung noch mehrere Verſuche von dieſer Art erzählt werden.



I. 1. X. Versuche im Wasser —

drath verbunden war. Die Verschiedenheit des Metalldraths machte keinen Unterschied, sondern das Silber wirkte in allen Fällen gleich lebhaft, wie wenn das Schwammstückchen ohne Zwischenkunft eines Metalls den Nerven berührte. Auch hier hieng die Lebhaftigkeit der Zuckungen von der Grösse der Strecke des Nerven, die zwischen der Stanniolarmatur und dem Punkte, wo der Metalldrath den Nerven berührte, enthalten war, ab. Die Verschiedenheit der Grösse der Berührungsfläche zwischen dem Schwammstück und dem Silber schien von keinem Einfluss zu seyn. Aller Effekt hörte sogleich auf mit Aufhebung der leitenden Verbindung des Schwammstücks mit dem Nerven.

X.

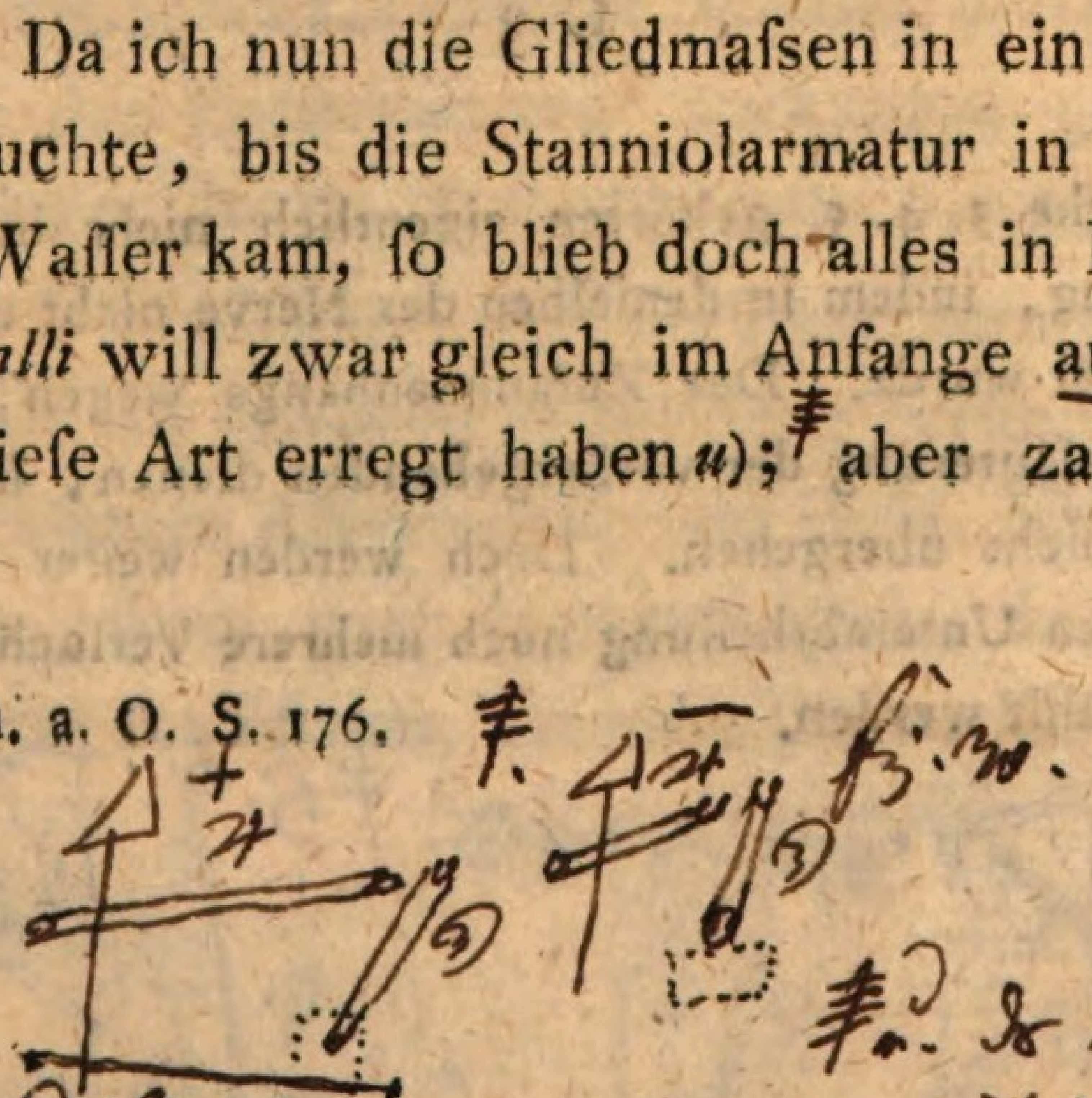
Versuche im Wasser — Weingeist — Milch.

Ich trennte und entfernte das Bekken, und durchschnitt den Frosch oberhalb dem Ursprung der Cruralnerven, so, dass diese nur noch an einem kleinen Stücke des Obertheils hiengen, und umwickelte beyde mit einem gemeinschaftlichen Stanniolplättchen.

1. Da ich nun die Gliedmassen in ein Glas voll Wasser tauchte, bis die Stanniolarmatur in Berührung mit dem Wasser kam, so blieb doch alles in Ruhe.

Valli will zwar gleich im Anfange auch Zuckungen auf diese Art erregt haben u); aber zahlreich wiederhol-

u) a. a. O. S. 176.



Weingeist — nicht.

holte Versuche überzeugten mich, dass hierbey irgend ein Irrthum vorgegangen seyn muss, und dass vielleicht hiebey ein mechanischer Reiz wirkte, für den die Nerven im Anfange besonders so empfindlich sind.

2. Da ich nun die Nerven mit ihrer Bewaffnung auf dem Rande des Glases ausruhen liess, und mit dem Silber das Wasser, in welches die Gliedmaassen eingetaucht waren, und dann die Bewaffnung berührte, so entstanden sogleich die lebhaftesten Zuckungen.

Wurden die Nerven mit ihrer Bewaffnung in ein anderes Glas Wasser getaucht, und ein gebogener Silberdrath in das Wasser von beyden Gläsern getaucht, so blieb alles in Ruhe; sogleich aber entstanden Zuckungen, wenn nun der Silberdrath die Nervenbewaffnung in dem andern Glase berührte, und zwar mit der nehmlichen Lebhaftigkeit, als da die Nervenarmatur auf dem Rande des Glases ruhte, und von keinem leitenden Körper umgeben war.

3. In diesen beyden Fällen zeigten sich auch Zuckungen, wenn von einer Reihe von mehrern Menschen, die sich an den Händen hielten, der eine äusserste das Wasser, in welchem die Gliedmaassen sich befanden, und der andere mit dem Silber die Nervenarmatur berührte *v*), doch schwächer und eher aufhörend, als wenn der Excitator das Wasser unmittelbar berührte.

4. Da ausser den Gliedmaassen auch die Nerven mit ihrer Bewaffnung ins Wasser getaucht wurden, so blieb

v) Siehe auch *Valli* S. 159. 160.

bey der Einſenkung des Excitators ins Waſſer alles in Ruhe, ſobald aber derſelbe mit der Armatur in Berührung gebracht wurde, ſo entſtanden ſogleich die Zuckungen, doch waren dieſelben viel ſchwächer, und hörten auch eher auf, als da die Nervenarmatur auf dem Glaſe ruhte, und die Nerven ſich zugleich auſser dem Waſſer befanden.

5. Die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen ſtand in Verhältniſs mit der Tiefe, bis zu welcher ſowohl die Gliedmaaſsen, als das Silber und Waſſer eingetaucht wurden, ſo daſs die Zuckungen matter waren und früher verſchwanden, wenn das Silber bloſs die Oberfläche des Waſſers berührte; oder wenn bloſs die *Pedes extremi* oder die *Tibiae* ins Waſſer eingetaucht, als auch die Schenkel und das Silber tiefer in daſſelbe eingeſenkt wurden.

6. Wenn bey der Zubereitungsart von I. unter die Nervenarmatur ein Stückchen Glas geſchoben, und bloſs die Gliedmaaſsen ins Waſſer getaucht wurden, ſo zeigten ſich ebenfalls Zuckungen, wenn bloſs die Hand das Waſſer berührte, die ſogleich mit Hinwegnahme der Glaſsunterlage verſchwanden, und bey der unmittelbaren Berührung des Waſſers durch das Silber in dieſem Falle auch ſchwächer als im erſtern waren, doch verſchwand auch dieſer Vorzug in Lebhaftigkeit, der von der Glaſunterlage abhing, ſobald zugleich das Bekken mit in das Waſſer getaucht wurde.

7. *Valli* will einen Unterſchied nach Verſchiedenheit der Wärme des Waſſers gefunden haben, ſo nehmlich, daſs ſich bey dem Eintauchen der Gliedmaaſsen in wärmeres Waſſer die Zuckungen lebhafter zeigten, als bey

dem

/.1.XI. Verſuche im Oele.

dem Gebrauche des kalten Waſſers: doch zu heiſses Waſſer wirke wieder nachtheilig, und bey dem Gefrierpunkte verliere das Waſſer völlig ſeine Leitungsfähigkeit für thieriſche Elektrizität, ſelbſt wenn es noch nicht zu Eis geworden ſey w). *Fowler* läugnet dieſen Unterſchied, und hiemit ſtimmen auch meine Verſuche überein.

8. Im *Weingeiſte* zeigten ſich ganz die nehmlichen Erſcheinungen, wie im Waſſer. *Fowler* will den Weingeiſt als einen beſſern Leiter, denn das Waſſer, gefunden haben x).

9. Auch das Medium der Milch verhielt ſich ganz wie das Waſſer.

XI.

Verſuche im Oele.

1. Bey ähnlicher Zubereitung, wie in den Verſuchen im Medio des Waſſers, zeigten ſich keine Zuckungen, wenn der Excitator das Oel, in welches die Gliedmaaſsen eingetaucht waren, und die auf dem Rande des Glaſes ruhende Nervenarmatur berührte. Hierauf reducirt ſich auch die von *Fowler* beobachtete Erſcheinung, daſs ſich keine Zuckungen zeigten, wenn er den Unterleib eines Froſches mit Oel füllte, und nun ein Metall auf dem Cruralnerven, und mit dieſem unterhalb oder oberhalb dem Oele ein anderes in Berührung brachte y).

9. Auch das Medium der Milch verhielt ſich ganz wie das Waſſer.

 2. Wur-

w) a. a. O. S. 50. 51. 52.
x) a. a. O. S. 19.
y) a. a. O. S. 18.

2. Wurden auſser den Gliedmaaſsen auch die Nerven mit ihrer Armatur in das Oel eingeſenkt, ſo zeigten ſich ebenfalls keine Zuckungen, wenn der Excitator bloſs die Nervenarmatur berührte, die bey der Berührung des Nerven oder der Gliedmaaſsen nun ſogleich entſtanden, und zwar zeigte ſich hiebey keine Verminderung in der Lebhaftigkeit der Zuckungen, welche eine Folge der beſondern Zubereitungsart (III) oder der Unterſchiebung von Glas unter die Nervenarmatur (III. 4.) war, wie in den Verſuchen unter dem Waſſer (X. 4. 6.)

Auch *Creve* beobachtete, daſs die Zuckungen lebhafter waren, wenn er den mit Stanniol bewaffneten, und von der Berührung mit dem Bekken entfernten Nerven, auf einer Silbermünze unter dem Oele hin und her bewegte, als wenn er den nehmlichen Verſuch unter dem Waſſer machte z).

XII.

Verſuche mit verſchiedenen Metallen. — Ordnung derſelben nach ihrer Wirkſamkeit.

Auſser dem Silber zeigten auch die übrigen, ſowohl edle als unedle Metalle, nehmlich Platina, Gold, Queckſilber, Kupfer, Eiſen, Bley, Arſenik„ Metall, Spiesglasmetall, Wismuth, Zink u. a. auf ähnliche Art, wie jenes, gebraucht, die Fähigkeit, mit der Zinnarmatur des Nerven Zuckungen zu erregen. Merkwürdig iſt die Ver-

z) Beyträge. S. 31.

Ordnung derselben nach ihrer Wirksamkeit

Verschiedenheit in der Stärke und Dauer der Zuckungen, welche diese verschiedenen Metalle erregen, und die Ordnung, in welcher sie nach Verschiedenheit ihrer Wirksamkeit als Excitatoren auf einander folgen, ist diese:

1. Bley erregte die schwächsten Zuckungen, die auch am frühesten verschwanden. 2. Spiesglasmetall. 3. Arsenikmetall *). 4. Eisen, Stahl. 5. Wismuth. (6. Zink. 7. Kupfer.) (8. Platina **). 9. Gold. 10. Silber).

Diese Ordnung kann aber nur als eine ohngefähre angegeben werden, da ich nicht alle Metalle in einer solchen Beschaffenheit besass, dass alle übrigen Umstände, welche Einfluss auf die Lebhaftigkeit der Zuckungen haben, gleich gemacht werden konnten. Für einzelne Glieder, die zunächst bey einander stehen, mag es daher vielleicht gelten, dass sie nicht richtig gestellt sind, und das eins vor das andere gehört, was hier hinter demselben steht, und umgekehrt; weswegen sich auch diejenige, unter denen in den Versuchen die Ordnung wechselte, mit einander eingeschlossen habe; aber die entferntern Glieder zeigten immer die gleiche auffal-

lende

*) Ich bediente mich des natürlich gediegenen Arseniks, der unter dem Namen Scherbenkobold bekannt ist.

**) Von der Güte des Herrn Hofrath *Gmelin* in Göttingen erhielt ich sowohl Dräthe, als auch eine Platte von der durch den Grafen *von Sickingen* selbst höchst gereinigten Platina.

lende Verschiedenheit, und wenn daher alle Umstände gleich gemacht werden könnten, so würde man sich überzeugen, dass die Ordnung der Metalle einer beständigen Regel folgt, und dass selbst diejenigen Metalle, deren Verschiedenheit nicht sehr merklich ist, doch stets ihre eigenthümliche Stelle behaupten.

Ueber die Ordnung der Metalle nach ihrer verschiedenen Wirksamkeit und Erregung der Zuckungen herrscht in den Schriftstellern über die thierische Elektricität viele Unbestimmtheit. Die Ordnung der Metalle, wie ich sie nehmlich hier angegeben habe, ist nur eine relative, d. h. sie gilt nur in Beziehung auf die Zinnarmatur des Nerven; denn man wird weiter unten sehen, dass bey einer andern Nervenarmatur die Ordnung der Metalle, welche damit in Beziehung gebracht werden, eine ganz andere ist. Diesen Gesichtspunkt vernachlässigten aber einige, indem sie die Metalle ohne Beziehung auf eine bestimmte Nervenarmatur ordneten. So nennt z. B. *Galvani* Gold, Silber ganz allgemein die besten Leiter der thierischen Elektricität, da hingegen Bley, Eisen dieselbe weniger durchleiten sollen *a*).

Auch *Fowler* und *Creve b*) sprechen zu sehr im allgemeinen von der Güte der Metalle als Excitatoren.

In Rücksicht auf den Vorzug des Silbers vor dem Golde, in Beziehung auf die Zinnarmatur, stimmen die meisten Schriftsteller mit einander überein, und die Pla-

tina

a) a. a. O. S. 54.

b) Beyträge S. 99.

J. 1. xiij: Verſuche mit Erzen.

tina wollte *Hecker* am wirkſamſten gefunden haben *c*), aber meine Verſuche gaben die Wirkſamkeit dieſer drey Metalle beynahe gleich, und eher noch einen Vorzug des Silbers und des Goldes vor der Platina. *Gren* gebrauchte bey der Anſtellung des *Creviſchen* Verſuchs zur Unterlage, des Stanniols ſtatt der Silbermünze, verſchiedene andere Metalle, z. B. Zink, Kupfer, Arſenikmetall, Spiesglasmetall, Koboldmetall, Nickelmetall, und fand die Zuckungen beym Zink am ſtärkſten, beym Spiesglasmetall am ſchwächſten *d*).

XIII.

Verſuche mit Erzen.

Aber nicht bloſs die metalliſchen Könige, ſondern auch manche Erze derſelben, verhielten ſich als wahre Excitatoren der thieriſchen Elektricität, d. h. ſie erregten Zuckungen, wenn ſie an den Nerven oder die Muskeln applicirt, und mit der Zinnarmatur in Berührung gebracht wurden. Dahin gehören der Kupferkies, Schwefelkies, Arſenikkies, Bleyglanz, Glanzkobold, die Zinngraupen. Unwirkſam hingegen waren das Kupferglas, der Zinnober, das Spiesglas, die Blende. Dieſe dienten auch nicht zu Leitern der thieriſchen Elektrizität, wie z. B. die menſchliche Hand, das Waſſer, alle feuchte Körper dazu gebraucht werden konnten (S. u.). Sämtliche Erze, welche ſich als Excitatoren zeigten,

c) Medic. chirurg. Zeit. 1793. Vol. III. S. 111.

d) Journal d. Phyſik. VII. B. III. H. S. 330. 331.

ten, wirkten mit der Zinnarmatur selbst besser, als das Silber, und beobachteten unter einander selbst folgende Ordnung:

1. Bleyglanz wirkte am schwächsten. 2. Zinngraupen. 3. Glanzkobold. (4. Schwefelkies. 5. Kupferkies. 6. Arsenikkies.) Das bläulichtschwarze Produkt der Versuche über die Leuchterscheinungen, welche Kupfer und Schwefel, ohne Zutritt der atmosphärischen Luft, bey einem gewissen Wärmegrad zeigen *e*), verhielt sich wie Kupferkies.

Fowler nennt mit Unrecht die Erze ganz allgemein schlechtere Leiter der thierischen Elektrizität, als die metallischen Könige *f*).

XIV.

Versuche mit Metallkalchen und metallischen Salzen.

Die meisten sowohl natürlichen als künstlichen Metallkalche, namentlich die Kupferkalche (Kupferlasur, Malachit u. s. w.) die Eisenkalche (Glaskopf, Blutstein, thonartiger Eisenstein), der Galmey, der weisse Arsenik, ferner die Mennige, das Bleyweiss u. s. f. sind weder Excitatoren noch Conductoren der thierischen Elektricität.

Nur der Braunstein und der magnetische Eisenstein *g*) machten eine merkwürdige Ausnahme. Beyde waren nehm-

e) Crells chemische Annalen. 1793.

f) a. a. O. S. 16.

g) Freylich gehört dieser eigentlich nicht zu den Metallkalchen, wenigstens ist das Eisen in demselben beynahe in ganz metal-

metallischen Salzen.

nehmlich sehr wirksame Excitatoren der thierischen Elektricität. Der Braunstein *h*), den ich sowohl krystallisirt als derb *i*) zu meinen Versuchen gebrauchte, brachte mit der Zinnarmatur unter allen Excitatoren bey weitem die lebhaftesten Zuckungen und auch am längsten hervor, und der magnetische Eisenstein gehört noch über das Silber neben den Bleyglanz. *Hecker* irrt sich also, wenn er allen magnetischen Mineralien Einfluss auf die Bewegung der Muskeln abspricht *k*), und *Fowler* spricht zu allgemein den Metallkalchen alle Fähigkeit die thierische Elektricität zu conduciren ab *l*), da seine Versuche ihn diess nur von den Kalchen des Zinks, Wismuths, Eisens und Quecksilbers lehrten. *Gren* bemerkt ebenfalls, dass bey der Anstellung des *Crevischen* Versuchs, wenn verschiedene Metalle zur Unterlage der Stanniolarmatur gebraucht wurden, die Wirkung auf den angelaufenen oder schwach verkalchten Stellen dieser Metalle merklich schwächer, als auf den frischen regulinischen war *m*).

Die

tallischem Zustande, und doch ist er auch kein eigentlich gediegenes Eisen. S. *Macquers* chem. Wörterbuch von *Leonhardi*. II. Ausgabe II. Theil S. 147.

h) Strahliger Braunstein. S. Handbuch der Mineralogie von *Widenmann*. S. 948.

i) Beyde von *Ilefeld* am Harze.

k) a. a. O. S. 111.

l) a. a. O. S. 16.

m) a. a. O. VII. B. III. H. S. 331.

Die metalliſchen Salze Eiſen-Kupfer-Zinkvitriol verhielten ſich weder als Conductoren noch Excitatoren der thieriſchen Elektricität, und meine vielfach wiederholten Verſuche widerſprechen durchaus der Behauptung *Fowlers*, daſs dieſelben auch in ihrem ganz trocknen Zuſtande keine ſchlechte Leiter der thieriſchen Elektricität ſeyen *n*).

XV.

Kohle, Graphit. Excitatoren.

Auch die Holzkohle zeigte die Fähigkeit, ſehr heftige Zuckungen mit der Zinnarmatur des Nerven unter den bekannten Umſtänden zu erwecken. Doch hatten nicht alle Kohlen, die ich verſuchte, dieſe Eigenſchaft, ſondern nur die gut ausgebrannten verhielten ſich als Excitatoren, und unwirkſame Kohlen erlangten nur durch neues Ausbrennen die Excitationskraft.

In Rückſicht auf die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen gehörte die Kohle neben das Gold und Silber.

Die Entdeckung dieſer merkwürdigen Eigenſchaft der Kohle verdanken wir *Volta*, und zwar fand er ebenfalls nur die wohlausgebrannten Kohlen zur Erweckung von Zuſammenziehungen tauglich. Die Richtigkeit ſeiner Entdeckung beſtätigten *Creves o*) und *Schmucks p*) Verſuche.

Fowler

n) a. a. O. S. 16.

o) Medic. chirur. Zeit. 1793. Band. III. S. 235.

p) Götting. gel. Anzeig. 1794. 31s St. S. 292.

Fowler erklärt die Kohle als völlig unwirkſam zur Erregung und Leitung der thieriſchen Elektricität *q*). Dieſer Irrthum läſst ſich aus dem obengeſagten erklären.

Den Graphit *r*) fand Herr Hofrath *Blumenbach* als einen ſehr wirkſamen Excitator.

XVI.

Verhältniſs anderer Körper, welche Leiter der Elektricität ſind, gegen die thieriſche Elektricität. — Conductoren der thieriſchen Elektricität.

Sehr verſchiedene Körper, welche als Leiter der Elektrizität bekannt ſind, nehmlich feuchte thieriſche Theile, Muskeln, Nerven, friſche vegetabiliſche Theile, Waſſer (ſ. auch X. 1.) und mancherley mit demſelben befeuchtete Körper waren völlig unfähig, die Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität nach Art der Metalle zu erregen, und dieſs galt nicht bloſs für die Zinn- ſondern für jede beliebige Nervenarmatur, mit welcher dieſe an die Muskeln applicirte Körper in Berührung gebracht wurden. Daſs aber dieſe Körper, wenn gleich nicht Excitatoren, doch Conductoren *s*) der thieriſchen Elektricität

q) a. a. O. S. 17. 44.

r) Herr Hofr. *Blumenbach* bediente ſich zu ſeinen Verſuchen des Graphits aus Cumberland, den er in Blätter ſpaltete. S. Handbuch der Mineralogie von *Wiedenmann*. S. 653.

s) Man ſtoſse ſich nicht am Worte, das freylich nach einer Hypotheſe klingt, ſondern halte ſich nur an den Begriff.

tät ſeyen, d. h. daſs eine Verbindung der Excitatoren mit den Muskeln, vermittelſt derſelben, das Erſcheinen der Zuckungen nicht hindre, iſt ſchon oben (II.) angeführt worden.

XVII.

Idioelektriſche Körper. — Halbleiter.

Die idioelektriſchen Körper, z. B. Glas, Schwefel, Siegellack, Harz, Wachs, Seide, Zucker, die harten Steine, z. B. Gyps, Kalkſpath u. d. g. zeigten ſich weder als Excitatoren, noch als Conductoren der thieriſchen Elektricität. Jede auch noch ſo geringe Unterbrechung der Verbindung der Metalle, ſowohl unter ſich, als mit den thieriſchen Theilen, durch dieſe Körper hinderte das Erſcheinen der Zuckungen. Ganz ſo verhielten ſich auch die Luft und alle ſogenannten Halbleiter, z. B. Achat, Elfenbein, Kalzedon, trocknes Leder, trocknes Papier.

XVIII.

Einfluſs der Gröſse der Berührungsfläche der Excitatoren und Conductoren mit den thieriſchen Theilen.

1. Ich bediente mich der verſchiedenen Excitatoren unter mancherley Geſtalten von Dräthen, Lamellen, Münzen, gröſsern Stücken, und fand die Bemerkung, die ich ſchon oben gemacht habe (I. 1.) durchaus beſtätigt, daſs nehmlich die Zuckungen jedesmal an Lebhaſtigkeit zunahmen, wenn die Berührungsfläche zwiſchen den Muskeln und dem Excitator gröſser wurde. Die Oberfläche des Metalls überhaupt kam aber hiebey nicht in

Betracht, und eben so machte auch die Verschiedenheit in der Dicke keinen Unterschied. Kurz es kam alles nur auf die metallische Oberfläche, die mit der Gliedmaasse in Berührung kam, an, und so wirkte z. B. eine vergoldete oder versilberte Kupferfolie, wenn sie mit ihrer Gold- oder Silberseite an die Muskeln angebracht wurde, eben so wie eine Silber- oder Goldmünze.

2. Auch für die menschliche Hand, wenn nehmlich durch diese die Verbindung des Excitators mit der Gliedmaasse geschah, schien es zu gelten, dass die Lebhaftigkeit der Zuckungen mit der Grösse der Berührungsfläche zwischen jener und dieser zunahm, und etwas Aehnliches ist auch für das Wasser (X. 5.) angemerkt worden.

3. Für die Nervenarmatur war der Einfluss der Grösse der Berührungsfläche wenigstens nicht auffallend, und es schien ganz einerley zu seyn, ob nur ein schmales Stanniolriemchen einen kleinen Theil des Nerven bewaffnete, oder dieser in der ganzen Strecke von seinem Ursprung bis zu seinem Eintritt in den Schenkel mit Stanniol umwickelt wurde.

XIX.

Einfluss der Berührungsart der Excitatoren mit der Nervenarmatur.

1. Einen auffallenden Einfluss, auf die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen, hatte auch die Berührungsart der zweyerley Armaturen unter einander. Lebhafter waren nehmlich die Zuckungen, und konnten auch später noch erregt werden, wenn dieselben mit ihren Spitzen,

/. /. x/x. Einf. d. Metall d. Excit. u. d. N.arm.

tzen, ſcharfen Rändern, Ecken ſich einander berührten, als wenn die wechſelsweiſe Berührung mit glatten Flächen geſchah.

2. Wenn der Excitator mit ſeiner Spitze oder ſeinem ſcharfen Rande über die Fläche der Nervenarmatur leicht und ſchnell hinbewegt, und gelind daran gerieben wurde, ſo waren die Zuckungen weit lebhafter, als wenn die Berührung nur in einem Punkte geſchah. In jenem Falle ſchienen, ſo lange das Fortbewegen des Excitators dauerte, die Muskeln nie zu einer vollkommenen Erſchlaffung zu kommen, ſondern ihre Zuſammenziehung und Auffchwellung ſchien anhaltend zu ſeyn, oder wenn ſie auch etwas nachlieſs, ſich plötzlich wieder mit erneuerter und vermehrter Stärke zu zeigen. Bey dieſem Hin- und Herbewegen des Excitators auf der Nervenarmatur war es ſchwer zu entſcheiden, ob derſelbe in jedem unendlich kleinen Zeittheilchen auſser Berührung mit der Armatur und dann wieder in eine neue damit kam, denn auch alsdann, wenn ich z.B. eine ſchwere Zinkſtange an die Muskeln anbrachte, und ihrem eigenen Gewichte überlaſſen auf der Nervenarmatur aufliegen lieſs, wiederholten ſich die Zuckungen anhaltend, wenn nur die Zinkſtange durch die Verkürzung der Muskeln auf der Nervenarmatur hin und her bewegt wurde. Auf der andern Seite beſtätigte ſich das vollkommen, daſs alles in Ruhe blieb, wenn ich einen beliebigen Excitator über die Nervenarmatur mit einigem Andrücken an dieſelbe hin und her bewegte (ſ. VI. 3.).

3. Es ſchien keinen Unterſchied in der Lebhaſtigkeit der Zuckungen zu machen, ob die beyden Armaturen

zumal

1. 1. XX. Metall. Reize v. verſch. Stärke.

zumal ſich nur in einem Punkte oder in einer gröſsern Strecke berührten.

4. Ganz allgemein galt auch für die übrigen Excitatoren, was ſchon vom Silber angeführt worden iſt, daſs die Zuckungen ſchwächer waren, und früher immer erregt werden konnten, wenn dieſelbe die Nervenarmatur und dann die Muskeln oder den Nerven unmittelbar oder mittelbar durch die oben angezeigten Conductoren (XVI.) als umgekehrt berührten.

XX.

Metalliſche Reize von verſchiedener Stärke.

Die angezeigten Verſchiedenheiten in den äuſsern Umſtänden, welche Verſchiedenheiten in der Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen zur Folge hatten, können alſo gleichſam als eben ſo viele Stimuli von verſchiedener Stärke angeſehen werden. Dieſer Unterſchied in der Intenſität der Wirkung dieſer verſchiedenen Reizmittel offenbarte ſich noch beſonders durch die gänzliche Abweſenheit der Zuckungen bey der Anwendung der ſchwächern Reize, bey kleinern weniger reizbaren Fröſchen, oder auch bey gröſsern, wenn die Verſuche nicht gleich nach der Zubereitung des Thiers angeſtellt wurden. So erregte z. B. das Bley oft gar keine Zuckungen, beſonders wenn die Nervenarmatur auf dem feuchten Bekken (I.) lag. Eben ſo waren der Eiſen- und Kupferdrath oft ganz unwirkſam, wenn ſie bloſs mit ihrer Spitze auf die Muskeln aufgeſetzt wurden, und ſelbſt

 der

der Silberdrath, wenn er bey der Zubereitungsart von I. vorher die Nervenarmatur berührte. Damit erklären sich nun auch manche Widersprüche und Irrthümer der Schriftsteller, z. B. *Heckers* irrige Behauptung, daſs das Eisen, Bley, das reine Kupfer, und der Kobald mit dem Stanniol Zuckungen zu erregen unfähig seyen *t*).

XXI.

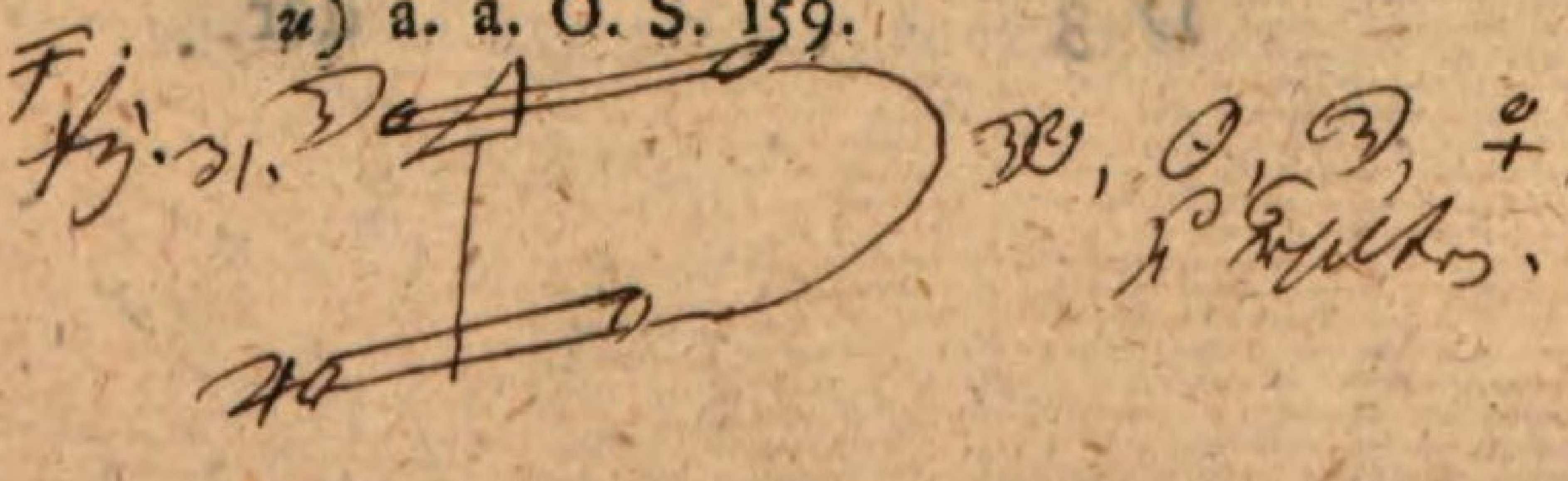
Verbindungsart der Excitatoren unter einander.

1. Da ich die obengenannten Excitatoren als Armaturen den Muskeln unterlegte, und nun eine Verbindung zwischen ihnen und der Nervenarmatur durch einen beliebigen metallischen Drath machte, so zeigten sich die Zuckungen ganz eben so, wie wenn die Muskelarmaturen unmittelbar die Nervenarmatur berührt hätten, so daſs also der metallische Drath sich in Rücksicht auf die Bestimmung der Stärke der Zuckungen ganz gleichgültig verhielt, und auch hier nur die metallische Oberfläche, welche die Muskeln berührte, in Betracht kam. Auch schienen bey einer und derselben Muskelarmatur die verschiedenen Dräthe von Platina, Gold, Silber, Kupfer, Eisen sich ganz gleich zu verhalten. Die Verschiedenheit der Länge der Dräthe schien ebenfalls von keinem Einfluſs auf die Lebhaftigkeit der Zuckungen zu seyn, und *Valli* beobachtete z. B. Zuckungen, auch wenn der Conductor zwischen beyden Armaturen eine Länge von 200 Fuſs hatte *u*).

2. Ge-

t) Medic. chir. Zeit. 1793. V. III. S. 111.

u) a. a. O. S. 159.



2. Geſchah die Verbindung zwiſchen beyden Armaturen durch andere Körper, ſelbſt durch ſolche, die ſich ſonſt als Leiter für die thieriſche Elektricität verhalten, z. B. durch feuchte thieriſche Theile, Nerven, Muskeln u. d. g., ſo blieb doch alles in Ruhe. Eben ſo verhielten ſich überhaupt alle Conductoren der thieriſchen Elektricität, die das Entſtehen der Zuckungen hinderten, wenn ſie nur die geringſte Unterbrechung zwiſchen beyden Armaturen machten. Meinen wiederholten Erfahrungen nach kann ich daher *Galvanis* Behauptung, wie wenn eine Leitung von der Muskelarmatur zur Nervenarmatur durch die menſchliche Hand oder durch friſche thieriſche, ſowohl feſte als flüſſige Theile, Zuckungen zu erregen im Stande wäre *v*), als Irrthum erklären, und darin ſtimmen auch andere Schriftſteller, z. B. *Valli w*), *Fowler x*), *Volta y*) mit mir überein.

Ueberhaupt gilt es ganz allgemein, daſs nur bey der Verbindung der zweyerley Armaturen durch einen Körper, der als Excitator wirkt, Zuckungen entſtehen, und hieraus ergiebt ſich auch ein leichtes und ſicheres Mittel, zu erſahren, ob ein Körper ſich als Excitator für die thieriſche Elektricität verhalte oder nicht, indem er bey der Anwendung einer wirkſamen Muskelarmatur lebhafte Zuckungen als Verbindungsglied zwiſchen die-

v) a. a. O. S. 36.

w) a. a. O. S. 47. 48.

x) a. a. O. S. 4.

y) a. a. O. Vorrede S. 11.

l. 1. xxii. Einfluß d. Glühhitze zu der Verhält. versch. Körp. gegen d. thier. Electr.

ser und der Nervenarmatur erregen wird, da er für sich allein, in Beziehung mit dieser Nervenarmatur, unfähig hiezu gewesen wäre.

XXII.

Einfluss der Glühhitze auf das Verhältniss verschiedener Körper gegen die thierische Elektricität.

Die Glühhitze schien die Excitationsfähigkeit der Metalle nicht zu zerstören, wenigstens waren die Zuckungen eben so lebhaft, wenn ein rothglühender Eisendrath die Verbindung zwischen den beyden Armaturen machte, als wenn sie durch den nicht erhitzten Drath geschah. *Fowler* bemerkt das nehmliche z).

Antimonium und Zinnober erregten Zuckungen, wenn sie an der Stelle, wo sie einigermassen glühten und mit Funken verbrannten, eine Verbindung zwischen den zweyerley Armaturen machten, doch behielten sie (wenigstens das Antimonium) diese Eigenschaft an dieser Stelle auch noch nach dem Glühen bey, und so erhielt auch das Kupferglas durch blosse heftige Erhitzung Excitationsfähigkeit, so wie auf der andern Seite andere glühende Körper nach wie vor unwirksam blieben. *Valli* will zwar beobachtet haben, dass rothglühendes Glas und erhitztes Siegellack nunmehr auch Zuckungen erregten, wenn sie die Communication zwischen der Muskel- und Nervenarmatur machten a). Hiemit stimmen

z) a. a. O. S. 21.

a) a. a. O. S. 53.

/. 1. XXIII. Eigenheit des Zinks, i. Vergl. mit d. übrigen Excitatoren.

men aber meine Verfuche nicht überein, indem ich keine Zuckungen erregen konnte, auch wenn ich durch einen Tropfen *brennendes* Siegellack die Verbindung zwifchen beyden Armaturen machte.

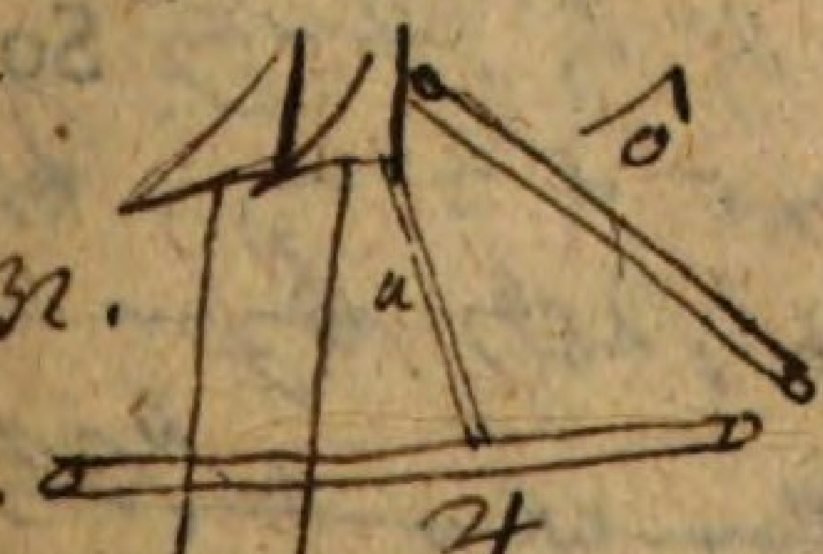
Auch die Flamme verhielt fich als Leiter von einer Armatur zur andern unfähig Zuckungen zu erregen.

XXIII.

Eigenheit des Zinks, in Vergleich mit den übrigen Excitatoren.

1. Aus dem bisherigen hat man gefehen, dafs fich die verfchiedenen Excitatoren in ihrem Verhältnifs gegen die thierifche Elektricität fehr ähnlich find, und gewiffen allgemeinen Gefetzen folgen. Aufser diefem kommen fie unter fich und mit dem Silber noch darin überein, dafs bey ihrer Anwendung fich ganz gleichmäfsig alle die Erfcheinungen, welche von I – XI. als für das Silber gültig erzählt worden find, nur mehr oder weniger auffallend, nach Verfchiedenheit der Wirkfamkeit derfelben zeigen. Nur der Zink machte, in Rückficht auf einige diefer Erfcheinungen, eine merkwürdige Ausnahme. Da ich mich nehmlich zu folchen Verfuchen, wie fie unter III. 5 — 6. befchrieben find, des Zinks, als Excitators bey der Zinnarmatur des Nerven, bediente, fo hatten die metallifchen Ableitungen einen ganz entgegengefetzten Effekt, als beym Silber: wurde nehmlich der Zink auf das Obertheil aufgefetzt, fo waren die Zuckungen lebhafter, und konnten auch länger erregt werden, wenn zur Gliedmaafse des bewaffneten

fig. 32.



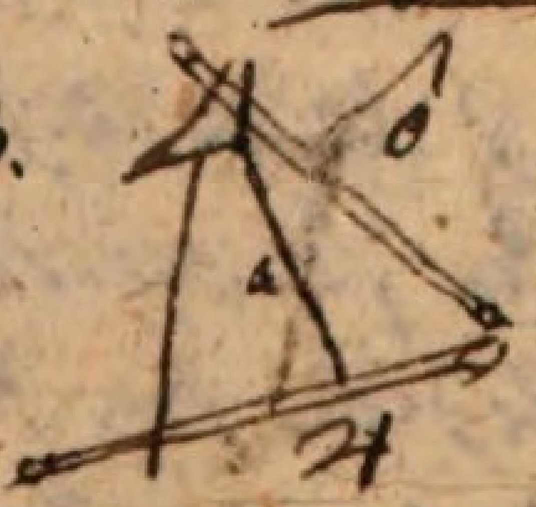
 Ner-

1. v. xxiv. Eigenheit des Zinks, in Vergleichung mit d. übrigen Excitatoren.

ven von der Armatur aus eine Ableitung durch Braunstein, Kupferkies, Schwefelkies, magnetischen Eisenstein, Silber, Gold, Kupfer, Wismuth, Eisen, Arsenikmetall geschah, und zwar in der Ordnung, daſs bey der Ableitung durch erstere die Verstärkung des Effekts am auffallendsten, bey den folgenden stufenweise schwächer war. Eine Ableitung durch Zink und durch Bley schwächte hingegen die Wirkung.

Selbst wenn der Zink die untere Gliedmaaſse bewaffnete, und von der Zinnarmatur zu dieser eine Ableitung durch obige Metalle geschah, wurde keinesweges die Lebhaftigkeit der Zuckungen geschwächt, oder gar die Erregung derselben gänzlich gehindert, sondern die Lebhaftigkeit derselben nahm vielmehr zu.* Nur bey der Ableitung durch Zink hörten die Zuckungen sogleich auf,* und bey der Ableitung durch Bley schienen sie etwas geschwächt zu seyn.

2. Die übrigen Excitatoren verhielten sich in diesen Fällen wie das Silber, nur mit der nähern Bestimmung, daſs jedesmal bey der Ableitung von der Nervenarmatur zur Gliedmaaſse durch den nehmlichen Körper, als der an diese angebrachten Excitator das Entstehen der Zuckungen völlig gehindert war, und daſs alle übrige Excitatoren, welche in Rücksicht auf ihre Wirksamkeit noch über dem gebrauchten standen, den nehmlichen Effekt hatten, die Excitatoren hingegen, die weniger wirksam, als der gebrauchte waren, die Lebhaftigkeit der Zuckungen bloſs schwächten, die Ableitung durch Zink endlich dieselbe in jedem Falle verstärkte.

Fig. 33.  [illegible]

** [illegible]

f. 1. XXIV. Verſchiedene Nervenarmaturen in Verhaltniſs gegen verſchiedene Excitatoren

So verhinderte z. B. beym Gebrauch des Eiſenexcitators ſchon die Ableitung durch Eiſen das Erſcheinen aller Zuckungen, und beym Gebrauche des Braunſteins war ſelbſt die Ableitung durch Silber nicht dazu fähig, ſondern ſchwächte nur die Lebhaftigkeit der Zuckungen.

XXIV.

Verſchiedene Nervenarmaturen in Verhältniſs gegen verſchiedene Excitatoren.

Ich unterſuchte auch das Verhalten anderer Metalle, wenn ſie wie das Zinn in Geſtalt von Blättchen dem Nerven als Armatur untergeſchoben wurden. Alle zeigten mit allen Körpern, welche mit der Zinnarmatur als Excitatoren der thieriſchen Elektricität gewirkt hatten, unter den gleichen Bedingungen ebenfalls Zuckungen, und überhaupt ganz ähnliche Erſcheinungen. Nur änderte ſich nach Verſchiedenheit der Nervenarmatur die Ordnung der Excitatoren, in Rückſicht auf die Verſchiedenheit und Dauer der Zuckungen, welche ſie erregten, ſo wie ſich auch das Verhalten der Excitatoren, ſofern ſie als Ableiter (III. 5, 6.) gebraucht wurden, ſehr verändert bey Veränderung der Nervenarmatur zeigte. Auch für die nun anzuführenden Ordnungen der Excitatoren, in Beziehung auf die verſchiedenen Nervenarmaturen, gilt die obengemachte Bemerkung von der Beſtändigkeit und Unwandelbarkeit derſelben, mit der nehmlichen Einſchränkung, daſs für ſolche Excitatoren, die in ihrer Wirkſamkeit nur wenig von einander abweichen, die Stel-

Tr. XXIV. Versch. Nervenarmaturen in Ver-

Stelle nicht ganz genau bestimmt werden konnte, indem keine unvermeidlichen Verschiedenheiten in den äussern Umständen bald dem einen, bald dem andern einen Vorzug verschaffen, weswegen ich auch solche, mit einander wechselnde Excitatoren, zusammeneingeschlossen, und blofs durch die Zahl angezeigt habe, welcher in den meisten Fällen sich als der mehr oder weniger wirksame bewies.

Zinkarmatur.

(1. Bley. 2. Zinn. 3. Spiesglas.) (4. Arsenik. 5. Eisen.) (6. Wismuth. 7. Kupfer.) (8. Platina. 9. Kohle. 10. Gold. 11. Silber.) (12. Magnetischer Eisenstein. 13. Bleyglanz. 14. Zinngraupen. 15. Glanzkobolt.) (15. Schwefelkies. 16. Arsenikkies. 17. Kupferkies.) 18. Braunstein.

Für die Zinkarmatur gilt es ganz allgemein, dass sie vor allen Nervenarmaturen mit allen Excitatoren am besten wirkte, und dass die Verschiedenheit der Excitatoren unter einander selbst hiebey nicht so auffallend, als bey andern Nervenarmaturen war, sondern dass sie alle beynahe gleich lange Zuckungen erregten, die nur in der Lebhaftigkeit verschieden waren.

Fowlers Versuche bestätigen ebenfalls den Vorzug des Zinks mit verschiedenen Excitatoren vor andern Nervenarmaturen *b*). Das Wasserbley fand er unter den wenigen Excitatoren, die er mit dem Zink in Beziehung brachte, am wirksamsten. Bey der Zinkarmatur schienen

b) a. a. O. S. 6. f. 34.

Ableitung gegen verschiedene Excitatoren

nen alle Excitatoren, sofern sie auf die oben angeführten Arten (III. 5. 6.) als Ableiter gebraucht wurden, die Stärke des Effekts zu schwächen.

Bleyarmatur.

1. Zinn. 2. Spiesglas. 3. Arsenik. 4. Eisen. 5. Zink. 6. Wismuth. 7. Kupfer. (8 Platina. 9. Kohle. 10. Gold. 11. Silber.) (12. Magnetischer Eisenstein. 13. Bleyglanz.) 14. Zinngraupen. 15. Glanzkobolt. (16. Schwefelkies. 17. Arsenikkies. 18. Kupferkies.) 19. Braunstein.

Valli fand folgende Ordnung c): 1. Probierbley wirkte mit der Armatur von Fensterbley am schwächsten. 2. Zinn. 3. Spiesglas. 4. Zink. 5. Kupfer. 6. Gold. 7. Silber. Bey der Bleyarmatur, so wie bey allen übrigen Nervenarmaturen, verstärkte die Ableitung durch Zink jedesmal den Effekt.

Spiesglasarmatur.

1. Zinn. 2. Bley. Alles übrige wie bey der ~~Nervenarmatur~~ Bley=armatur.

Arsenikarmatur.

1. Spiesglas. 2. Zinn. 3. Bley. 4. Eisen. 5. Wismuth. 6. Kupfer. 7. Zink. 8. ~~wie oben.~~ — 19.

Eisenarmatur.

1. Spiesglas. 2. Zinn. 3. Bley. 4. Arsenik. 5. Wismuth. 6. Kupfer. (7. Platina. 8. Kohle. 9 Gold. 10. Sil-

c) a. a. O. S. 44.

10. Silber. (11. Magnetischer Eisenstein. 12. Bleyglanz. 13. Zinngraupen. 14. Glanzkobolt.) 15. Zink. (16. Schwefelkies. 17. Arsenikkies. 18. Kupferkies.) 19. Braunstein.

Kupferarmatur.

1. Wismuth. 2. Eisen. 3. Arsenik. 4. Spiesglas. 5. Zinn. 6. Bley. (7. Platina. 8. Kohlen. 9. Gold. 10. Silber.) (11. Magnetischer Eisenstein. 12. Bleyglanz. 13. Zinngraupen. 14. Glanzkobolt.) 15. Zink. (16. Schwefelkies. 17. Arsenikkies. 18. Kupferkies.) 19. Braunstein.

Silberarmatur.

(1. Gold. 2. Kohle. 3. Platina.) 4. Kupfer. 5. Wismuth. 6. Magnetischer Eisenstein bis 12. Kupferkies wie bey der Bleyarmatur. 13. Eisen. 14. Arsenik. 15. Spiesglas. 16. Zinn. 17. Bley. 18. Zink. 19. Braunstein.

Nach *Valli* beobachteten die Metalle folgende Ordnung, in Beziehung auf die Silberarmatur: 1. Gold. 2. Kupfer. 3. Zinn. 4. Bley. 5. Zink.

Goldarmatur und Platinaarmatur.

wirkten mit den verschiedenen Excitatoren, wie die Silberarmatur.

Bey dem Gebrauche dieser drey letzterwähnten Nervenarmaturen verstärkten nicht blofs der Zink, sondern das

d) a. a. O. S. 43.

auch das Bley, Zinn den Effekt, wenn sie, wie oben, eine Ableitung von der Silberarmatur ausmachten, und nun ein Excitator, der in Beziehung auf die Zinkarmatur sich noch wirksamer, als das Silber verhält, (s. o.) gebraucht wurde.

XXV.

Verschiedene Formen der Nervenarmaturen. Grösse der Berührungsfläche derselben mit den Nerven.

Um Zuckungen zu erregen war es nicht gerade nöthig, dass die verschiedenen Metalle in Gestalt von Plättchen dem Nerven untergelegt wurden. Auch dann, wenn ich zwischen der Muskelarmatur und dem nakten Nerven eine Verbindung durch einen metallischen Drath machte, zeigte sich ganz der nehmliche Effekt, und zwar vertrat dieser Metalldrath mit dem nehmlichen Theile, der den Nerven berührte, gleichsam die Stelle einer Nervenarmatur. Eben so leistete jedes metallische Pulver, Eisenfeile, Kupferfeile u. s. w., womit der Nerve bestreut wurde, ganz den Dienst einer Nervenarmatur.

Galvani gebrauchte ebenfalls die metallischen Pulver, die er mit Oel zu Kügelchen machte, und an die Nerven klebte, mit gutem Erfolg als Armaturen *e*).

Die Verschiedenheit der Grösse der Berührungsfläche dieser verschiedenen Armaturen mit dem Nerven schien von keinem merklichen Einfluss auf die Lebhaftigkeit der

e) a. a. O. S. 50.

der Zuckungen zu ſeyn (ſ. — XVIII. 3.). Für die Armaturen der Muskeln iſt das Gegentheil oben angeführt worden (I. 1. XVIII. 1.), indeſſen war auch hier die Verſtärkung der Zuckungen bey Vergröſserung der Berührungsfläche nicht immer ſehr auffallend, und höchſtens nur in den Extremen, z. B. der Spitze eines Metalldraths, welche auf die Muskeln leicht aufgeſetzt und Breite der Fläche, welche an dieſe angedrückt wurde, etwas merklich.

XXVI.

Einerleyheit der zwey Armaturen. Erregung von Zuckungen durch eine einzige Armatur.

1. In den bisherigen Verſuchen waren immer zwey verſchiedene Excitatoren angewandt worden. Indeſſen waren auch zweyerley Armaturen von vollkommen einerley Metalle fähig Zuckungen zu erregen, aber nur unter den günſtigſten Umſtänden, z. B. wenn ich mich der Zubereitungsart von III. bediente, wo die Nerven die einzigen Leiter von der Nervenarmatur zu der Gliedmaaſse, an welche der Excitator angebracht wird, ſind. Unterlegte ich nehmlich in dieſem Falle dem einen oder andern Cruralnerven ein beliebiges Metallplättchen, z. B. von Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Bley, bewaffnete ich auch den Schenkel mit einem ganz gleichartigen metalliſchen Plättchen, das mit der Nervenarmatur vom nehmlichen Stücke weggeſchnitten worden war, ſo zeigten ſich bey der Berührung beyder Armaturen untereinander, beſonders gleich nach der Zubereitung, da die Reizbarkeit

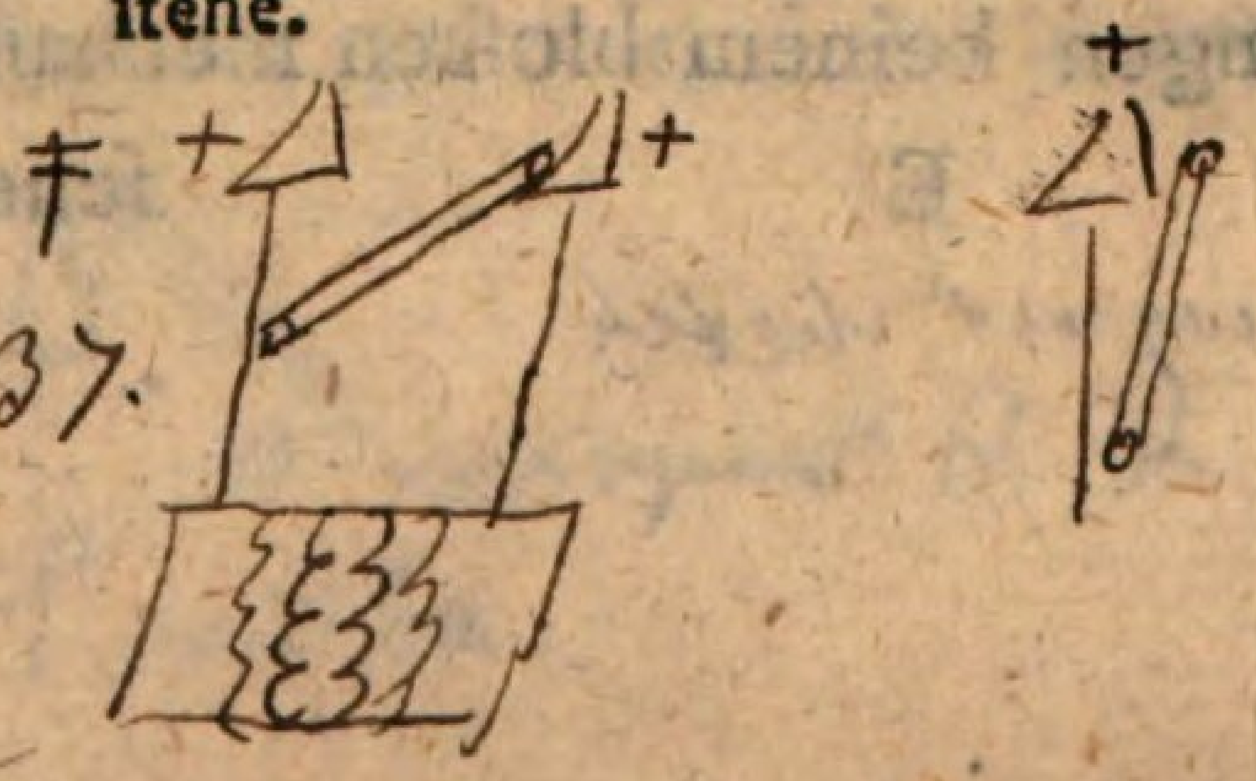
noch

noch in ihrer vollen Stärke war, und bey gröſsern Individuen lebhafte Zuckungen, die auch eine längere Zeit erregt werden konnten, und in einigen Fällen ſogar auch dann, da die Nervenarmatur, wie in I., auf dem feuchten Bekken lag. In einigen Fällen zeigten ſich auch Zuckungen, da die zwey Armaturen von einerley Metall beyde an den Nerven ſelbſt angebracht wurden, doch ſeltener und ſchwächer als auf die erſte Art.

2. Ja ich glaubte ſogar aus einigen Verſuchen die Folgerung ziehen zu können, daſs nicht einmal zweyerley Armaturen zur Erweckung der Zuckungen nothwendig ſeyen. Ich bereitete nehmlich einen Froſch, wie in III. zu, und zog die Gliedmaaſsen an, um die Cruralnerven zu ſpannen. In dieſem Falle erregen auch die mechaniſchen Reize, gleich im Anfange an die Nerven angebracht, lebhafte Zuckungen, und daher iſt der Betrug hier ſo leicht, daſs man dem eigenthümlichen Metallreize zuſchreibt, was vielleicht nur eine Folge einer mechaniſchen Reizung war. In dieſem Falle entſtanden nun lebhafte Zuckungen, wenn ich mit einem Kupferplättchen den Cruralnerven berührte, und zwar ſchien die Stärke der Zuckungen in keinem Verhältniſs mit der mechaniſchen Reizung zu ſtehen, indem Glasſtücke, auf die nehmliche Weiſe angebracht, keinen ſolchen Effekt hervorbrachten. Jene Zuckungen ſchienen lebhafter zu werden, wenn meine Hand die Gliedmaaſse faſste, und noch lebhafter, wenn das Kupferplättchen unmittelbar den Schenkel und dann den Nerven berührte. Daſs hier wenigſtens in manchen Fällen die Zuckungen keinem bloſsen mechani-

ſchen Reize *) zuzuſchreiben waren, erhellte daraus, daſs, da bey der erſten Berührung des Nerven ſich keine Zuckungen zeigten, dieſelben ſogleich entſtanden, wenn nun das Metall auch mit dem Schenkel in Berührung kam, ohngeachtet die bloſse Berührung des Schenkels ſonſt ohne allen Effekt war. Da ich die Schenkel von einander trennte, und auſser leitende Verbindung mit einander (diejenige nach oben durch die Nerven ausgenommen) brachte, ſo zeigten ſich in beyden Gliedmaaſsen Zuckungen, wenn die Kupferlamelle den Schenkel der einen und den Nerven der andern berührte. Auch Plättchen von Gold, Silber, Zinn, Bley ſchienen nach andern Verſuchen Zuckungen durch einen eigenthümlichen Reiz zu erregen, wenn ſie den Schenkel und dann den nackten Nerven berührten. Eben ſo zeigten ſich in einigen Fällen Zuckungen, da ich mit meiner Hand den Schenkel und mit dem Ring einer Scheere in der andern Hand den Cruralnerven berührte, die lebhafter waren, wenn die Gliedmaaſse ſelbſt durch den einen Ring der Scheere geſteckt wurde. Indeſſen waren zweyerley Armaturen von einerley Metall, welche an die Muskeln und den Nerven angebracht wurden, jederzeit wirkſamer, als eine einzige ſolche gemeinſchaftliche Nerven- und Mus-

*) Damit wird keinesweges ausgeſchloſſen, daſs der Metallreiz nicht auch vielleicht mechaniſch wirke, ſondern nur das darunter verſtanden, daſs, in Vergleich mit andern Erfahrungen, die Wirkung deſſelben nicht mit dem Druck, Stoſs u. ſ. w., den ſie als Körper, ohne auf ihre beſondern Eigenſchaften Rückſicht zu nehmen, äuſsern, im Verhältniſs ſtehe.



Erreg. von Zuckung durch ein einzig. Armatur.

Muskelarmatur, die nur in sehr seltenen Fällen einigen Effekt hatte.

Ueber die Wirksamkeit zweyer Armaturen von ganz gleichem Metall sind die Meinungen der Schriftsteller über die thierische Elektricität von einander abweichend. *Galvani* fand zuerst durch seine Versuche zwey Armaturen von einerley Metall, nehmlich von Eisen, wirksam *f*).

Volta glaubt zwar, dass Verschiedenheit in der Mischung der Metalle nicht nothwendig sey, aber er behauptet wenigstens, dass die Zuckungen nur unter der Bedingung zweyer Armaturen, die durch irgend eine Eigenschaft, z. B. Härte, Glätte, Durchsichtigkeit, verschieden seyen, entstehen *g*).

Valli änderte seine anfängliche Meinung, dass wenigstens eine kleine Mischungsverschiedenheit beyder Armaturen eine nothwendige Bedingung der Erregung der Zuckungen sey *h*), in der Folge ab, indem er nun nicht einmal Duplicität der Armaturen als nothwendig ansah, sondern einen einzigen metallischen Leiter, der den Nerven berührte, für zureichend erklärte, wobey er sich auf ähnliche Erscheinungen beym Gebrauch der Scheere, wie jene von mir beobachteten, stützte *i*).

Fowler endlich läugnet gerade zu, dass einerley Metall die Fähigkeit habe, Zuckungen zu erregen *k*), ob er

f) a. a. O. S. 42.

g) a. a. O. S. 121. 122.

h) *Gren* a. a. O. S. 318. 319.

i) *Exper*. S. 39. fg.

k) a. a. O. S. 9.

gleich eine Beobachtung eines Dr. *Lind* anführt, der Zuckungen erregt haben will, wenn er den Nerven bloſs mit Eiſen berührte †). Dieſer letzte Widerſpruch läſst ſich erklären, wenn man bedenkt, daſs in ſehr vielen Fällen, z. B. bey kleinern Individuen, unter ſonſt ungünſtigen Umſtänden einerley Metalle allerdings keine Excitationskraft äuſsern, und daſs *Fowler* auf die Wegräumung dieſer Hinderniſſe keine Rückſicht nahm.

3. Ob nun gleich Verſchiedenheit der metalliſchen Armaturen keine nothwendige Bedingung zur Erregung der Zuckungen zu ſeyn ſchien, ſo war dieſelbe doch von einem ſehr günſtigen Einfluſs auf die Verſtärkung der Wirkung. Geringe Miſchungsverſchiedenheit zwiſchen den zwey Armaturen, oder gar ſpecifiſche Verſchiedenheit, hatte immer lebhaftere Zuckungen zur Folge. So wirkte z. B. reines engliſches Zinn ſehr ſtark mit der Stanniolarmatur des Nerven, es mochte nun dieſen oder den Schenkel berühren, da im erſtern Fall Stanniol mit Stanniol keine und im letztern nur ſchwache Zuckungen erregte. Engliſches Zinn ſchien auch in Rückſicht auf ſein Verhältniſs mit andern Metallen näher beym Bley, als der Stanniol zu ſtehen, indem es z. B. als Nervenarmatur mit Gold, Silber beſſer, als dieſer, mit Bley und Zink hingegen ſchwächer wirkte. Ja dieſer Einfluſs kleiner Verſchiedenheiten in der chemiſchen Miſchung ging ſo weit, daſs ſelbſt ſpecifiſch verſchiedene Armaturen mit einander nicht ſo gut zu wirken ſchienen, als Armaturen vom nehmlichen Metall, die bloſs

durch

†) a. a. O. S. 43.

§. 1. XXVII. Versch. Verhalt. d. verschied. Arm. — Merkwürdiger Einfluss der Verschiedenheit der Vertheilung derselben an Muskeln und Nerven.

durch geringe fremdartige Zuſätze von einander verſchieden waren. So ſchien wenigſtens nach einigen Erfahrungen der Stanniol als Muskelarmatur mit dem Orgel-Zinn als Nervenarmatur noch zu wirken, da Bley nimmer damit wirkte, wobey freylich noch ein andrer Umſtand in Betracht kommt (ſ. u.).

XXVII.

Verſchiedenes Verhalten der zweyerley Armaturen. — Merkwürdiger Einfluſs der Verſchiedenheit der Vertheilung derſelben an Muskeln und Nerven.

1. Aber nicht bloſs die Verſchiedenheit der zwey Armaturen, ſondern auch die Verſchiedenheit der Vertheilung der nehmlichen zwey verſchiedenen Armaturen an Muskeln und Nerven hatte einen auffallenden höchſt merkwürdigen Einfluſs auf die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen.

Es war nehmlich, da zwey beliebige Metalle, z. B. Zinn und Silber mit einander in Beziehung gebracht wurden, gar nicht gleichgültig, welches von beyden die Muskeln und welches den Nerven bewaffnete. Bey übrigens gleichen Umſtänden waren die Zuckungen weit lebhafter, und konnten auch viel länger erregt werden, wenn das Silber den Schenkel, und das Zinn den Nerven bewaffnete, als umgekehrt. Dieſe Verſchiedenheit beſtätigte ſich für jegliche zwey Armaturen von verſchiedenem Metalle. So wirkte z. B. Silber mit Kupfer, Spiesglasmetall, Eiſen, Zinn, Bley und Zink viel beſſer, wenn es die Muskeln der Gliedmaaſse, und dieſe verſchie-

denen Metalle den Nerven bewffaneten, als bey der umgekehrten Vertheilung. Dieser Unterschied in der Lebhaftigkeit bestätigte sich besonders auffallend dadurch, dass sogar unter sonst ungünstigen Umständen sich im erstern Falle noch Zuckungen zeigten, da im letztern keine oder viel schwächere erschienen. So wirkte z. B. Silber als Muskelarmatur noch mit der Spiesglasarmatur des Nerven, da es als Nervenarmatur sogar mit Zink, das die Muskeln bewaffnete, nimmer wirkte.

Gold und Platina verhielten sich gegen die angeführten Metalle, in der angezeigten Rücksicht, ganz wie das Silber; Kupfer wirkte als Muskelarmatur günstiger mit Eisen, Spiesglasmetall, Zinn, Bley, Zink, als wenn diese Metalle die Muskeln, das Kupfer den Nerven bewaffnete. Mit Gold, Silber, Platina verhielt es sich, wie schon aus dem angeführten erhellt, umgekehrt. Hier that das Kupfer als Nervenarmatur die besten Dienste.

Spiesglasmetall brachte als Muskelarmatur mit Zinn, Bley und Zink weit lebhaftere Zuckungen hervor, als im umgekehrten Falle, Zinn als Muskelarmatur mit Bley und Zink, Bley mit Zink.

Zink wirkte auffallend am besten, wenn er die Nerven bewaffnete, und die übrigen Metalle als Muskelarmaturen gebraucht wurden. Auch hier war dieser Vorsprung, den die Lehaftigkeit der Zuckungen durch die Art der Vertheilung erhielt, so auffallend, dass z. B. Zink als Nervenarmatur mit Zinn, das die Muskeln bewaffnete, noch wirkte, da er als Muskelarmatur sogar mit dem Silber keine Zuckungen mehr erregte.

Auch

Auch für Armaturen von einerley Metall, zwiſchen denen bloſs kleine Miſchungsverſchiedenheiten ſtatt finden, gilt das nehmliche, daſs eines derſelben als Muskelarmatur beſſer mit dem andern, das die Nerven bewaffnet, wirkt, als umgekehrt. So z. B. wirkte reines engliſches Zinn, das an die Muskeln angebracht war, beſſer mit der Stanniolarmatur der Nerven, als im entgegengeſetzten Falle. Hierin liegt auch der oben angedeutete Umſtand, der bey der Erklärung jener Erſcheinung in Betracht kömmt (XXVI. 4.).

2. Von dieſem Effekt der Art der Vertheilung hing es auch ab, daſs die Ordnung der verſchiedenen Excitatoren in Beziehung auf einerley Muskelarmatur zum Theil eine ganz andere, als diejenige war, welche ſie befolgten, wenn ſie als eben ſo viele verſchiedene Muskelarmaturen mit dem nehmlichen Metall, das aber nun zur Nervenarmatur diente, in Verhältniſs gebracht wurden. Die obigen Tafeln (XXIV.) gelten nehmlich nur, wenn das gemeinſchaftliche Metall, dem die übrigen Excitatoren nach ihrer verſchiedenen Wirkſamkeit mit demſelben untergeordnet ſind, den Nerven bewaffnet. Denn man ſieht leicht ein, wie bey der Umkehrung nunmehr ein Metall, das vorher die Muskeln bewaffnete, da es doch als Nervenarmatur am beſten mit jeder Armatur, mit welcher alle Excitatoren in Beziehung gebracht werden, wirkt, weit lebhaftere Zuckungen erregen, und auf dieſe Art einen Vorzug vor einem andern Metall erhalten kann, das als Muskelarmatur mit jener gemeinſchaftlichen Armatur am günſtigſten wirkt, und alſo nunmehr als Ner-

E 4 ven-

f. 1. XXVij. Kotz. Verh. d. verbg. Armat. — Einf.

venarmatur schwächere Zuckungen hervorbringen muſs. Weiter unten sollen auch diese veränderten Ordnungen der verschiedenen Excitatoren in Beziehung auf die nehmlichen Armaturen, welche in den obigen Versuchen die Nerven, in den zu erzählenden Versuchen aber die Muskeln bewaffneten, angegeben werden, und damit ergiebt sich denn auch eine Erklärung mancher kleinen Abweichungen der Schriftsteller von einander, in Bestimmung der Ordnung der Meralle, indem jener die verschiedenen Excitatoren mit einer gewissen Muskelarmatur, dieser hingegen mit der nehmlichen Armatur, die nun an den Nerven angebracht war, in Verhältniſs gebracht hatte. Beyde können Recht haben, aber nur unter einer gewissen Bedingung, die sie aber sebst nicht beachteten, indem keiner auf den Einfluſs der Verschiedenheit der Vertheilung der Armaturen an Muskeln und Nerven aufmerksam war.

3. Wurden beyde Armaturen an den Nerven allein angebracht, so war es ganz gleichgültig, welche Stellung sie gegeneinander hatten, ob das eine oder andere den Nerven nach oben, oder unten näher beym Schenkel berührte. Es hing in diesem Falle alles nur von der Verschiedenheit der Armaturen überhaupt, und von der Gröſse der Streke des nackten Nerven, die zwischen ihnen enthalten war (V. 4.), ab. Eben so schien es bey der Zubereitungsart von III., wenn nun die eine Armatur an den Nerven, die andere an das Obertheil angebracht wurde, gleichgültig zu seyn, welche von beyden Armaturen das Obertheil, und welche den Nerven berührte. So hörten beym Gebrauche von Zinn und Silber die Zuckungen

gen zugleich auf, das Silber oder das Zinn mochte das Obertheil an einem beliebigen Orte, z. B. die Zunge, die vordere Gliedmaasse, welches doch auch fleischigte Theile, wie die untern Gliedmaassen sind, berühren, und da sich zur nehmlichen Zeit auch keine Zuckungen mehr zeigten, da das Zinn den Schenkel bewaffnete, so zeigten sich dieselben noch lebhaft, da dieses an den Nerven, das Silber an den Schenkel angebracht wurde.

4. Hingegen war der Einfluss der Art der Vertheilung beyder Armaturen an die beyden Cruralnerven eben so auffallend, wie bey der Vertheilung derselben an den Nerven und die demselben zugehörigen Muskeln. Immer entstanden die lebhaftern Zuckungen in der Gliedmaasse desjenigen Nerven, an den dasjenige Metall angebracht war, das als Muskelarmatur am besten wirkte. So z. B. wenn Zuckungen in beyden Gliedmaassen erregt wurden durch Bewaffnung des einen Cruralnerven mit Silber, und des andern mit Zinn, so erschienen dieselben mit grösserer Stärke, und waren auch länger erweckbar in der Gliedmaasse, deren Nerve vom Silber berührt wurde, als in der andern u. s. f.

Ausser diesen wiesen noch andere Versuche auf eine merkwürdige Verschiedenheit zwischen beyden Armaturen in Rücksicht auf ihr Verhältniss gegen die thierische Elektricität hin.

/. 1. XXVIII. Fortsetz. – Entstehen von Zuckungen im Augb. ... unter einander, und der Muskel-

XXVIII.

Fortsetzung. Entstehen von Zuckungen im Augenblicke des Aufhörens der Berührung beyder Armaturen unter einander, und der Muskelarmatur mit den Muskeln.

1. Diejenigen Armaturen nehmlich, die an die Nerven angebracht, schwächer mit gewissen andern Excitatoren wirkten, als bey der umgekehrten Vertheilung, erregten, wenn sie die Nerven bewaffneten, auch dann Zuckungen, wenn jene Excitatoren, welche die Muskeln bewaffneten, ausser Berührung mit ihnen kamen, da sich hingegen nur im Augenblicke der Berührung beyder Armaturen Zuckungen zeigten, wenn die Vertheilung derselben günstiger war. So zeigten sich z. B. bey der Silberarmatur des Nerven Zuckungen in dem Augenblicke, da die Muskelarmaturen von Zink, Bley, Zinn, wieder ausser Berührung mit derselben kamen, da hingegen die Silberarmatur des Schenkels nur im Augenblicke der Berührung mit den Nervenarmaturen von Zinn, Bley, Zink dergleichen erregte. Gold, Platina, Kupfer verhielten sich gegen jene angezeigten Armaturen, wie das Silber, eben so auch der Braunstein, die Erze (s. u.). Die Zuckungen, welche sich zeigten, wenn Zinn, Bley, Zink wieder ausser Berührung mit dem Silber, Gold, Platina, Braunstein u. s. w. kamen, schienen sogar lebhafter zu seyn, als da sie in Berührung mit einander gebracht wurden, und auf letztere Art schienen sich sogar in manchen Fällen gar keine zu zeigen, da sie auf erstere Art entstanden. Dieser Unterschied

Ueber d. Aufhören d. Berührung bey der Armaturen Armat. mit den Muskeln.

fchied wurde befonders dann auffallend, wenn nach wiederholten Verfuchen die erregten Zuckungen nun weniger lebhaft waren, und einige Verfuche fchienen fogar zu fagen, dafs zwar im Anfange die Zuckungen im Augenblicke der Berührung des Silbers und Zinks lebhafter waren, als im Augenblicke des Aufhörens der Berührung, aber fpäter wurde es gerade umgekehrt, fo dafs fich alsdann die Zuckungen ausfchliefsend nur im letztern Falle zeigten.

2. In einigen Verfuchen mit fehr reizbaren Fröfchen zeigten fich zwar auch Zuckungen, wenn die Muskelarmaturen von Silber, Bleyglanz, Kupferkies u. f. w. aufser Berührung mit den Nervenarmaturen von Zinn, Zink kamen, indeffen weit fchwächer, als im Augenblicke der Berührung, und diefer Unterfchied dauerte durchaus fort, fo dafs auf die erftere Art bald gar keine Zuckungen fich mehr zeigten.

So beftimmt ich nun auch diefe Phaenomene vorgetragen habe, fo bleiben mir doch immer noch einige Zweifel darüber. Ich konnte nehmlich einmal keine Beftändigkeit in denfelben bemerken. Bey manchen Fröfchen zeigten fich die Zuckungen nur im Augenblicke der Berührung des Zinks, Zinns u. f. w. mit der Silberarmatur des Nerven, doch fetzte ich die Verfuche nicht immer lange Zeit genug fort, und fo hätten fich, wie fonft fpäterhin die Zuckungen im Augenblicke des Aufhörens der Berührung lebhafter wurden, diefelben in diefen Fällen erft einftellen können. Alsdann drang fich mir noch die Frage auf, ob nicht die Zuckungen, die

fich

ſich auf jene Art einſtellten, daher rührten, daſs das Aufhören der Berührung nicht leicht anders geſchehen konnte, als daſs der Excitator auch nur über einige Punkte der Armatur gelind hinbewegt wurde, was dem Entſtehen der Zuckungen ſo günſtig iſt (XIX. 2.). In einigen Fällen, da ich meine Aufmerkſamkeit anſtrengte, um die mit dem Aufhören der Berührung verknüpften Erſcheinungen genau zu beobachten, glaubte ich wirklich ein ſolches gelindes Reiben des Excitators an der Nervenarmatur zu bemerken, wenn ſich die Zuckungen einſtellten, da dieſelben hingegen ausblieben, wenn der Excitator mit aller Sorgſalt ſo entfernt wurde, daſs er die Nervenarmatur vorher nicht noch in einigen Punkten berührte. Davon mag es auch abgehangen haben, daſs bey der Zinnarmatur des Nerven ſich in einem Falle ſehr lebhafte Zuckungen zeigten, auch wenn das Silber, Gold, Kupfer, die Erze, welche die Muskeln bewaffneten, auſser Berührung damit gebracht wurden, obgleich dies Phaenomen ſich auch auf jenes kurz vorher angezeigte reduciren läſst.

Bey der Bewaffnung des Nerven, oder des Obertheils und des Nerven mit beyden Metallen (XXVII. 3) ſchienen die Zuckungen nur im Augenblicke der Berührung zu entſtehen.

3. Endlich erhellte noch der Einfluſs der Art der Vertheilung, und die Verſchiedenheit des Verhältniſſes der zweyerley Armaturen gegen die thieriſche Elektricität, aus folgenden Erſcheinungen.

Bei d. Aufhören der Berührung beyder Armaturen mit den Muskeln.

Da ich mich des Silbers als Nervenbewaffnung bediente, und mit dem Zink diese und dann die Muskeln berührte, so zeigten sich Zuckungen; aber sie entstanden auch, da der Zink wieder ausser Berührung mit den Muskeln angebracht wurde, und zwar wiederholten sich dieselben anhaltend, so lange ich den Zink in einer solchen Nähe gegen den Schenkel hielt, dass die Muskeln bey ihrer Zusammenziehung, und damit vergesellschafteten Aufschwellung den Zink jedesmal wieder berührten, und bey der Erschlaffung ausser Berührung mit demselben kamen, wo denn in jedem Augenblick der erste Fall wieder eintrat, und sich also die Zuckungen sogleich wieder erneuern mussten, welches ein artiges Schauspiel gab, indem der Schenkel auf diese Art unaufhörlich vom Zink abhüpfte, und wieder zu ihm hinhüpfte. Auch schienen die Zuckungen, welche in dem Augenblicke des Aufhörens der Berührung entstanden, lebhafter zu seyn, als im Augenblicke der Berührung; und dieser Unterschied wurde immer merklicher, je länger die Versuche fortgesetzt wurden, so dass endlich lange Zeit nur allein noch im Augenblicke des Aufhörens der Berührung Zuckungen entstanden.

Wurde aber nun der Zink dem Nerven als Bewaffnung unterlegt, so zeigte zwar das Silber, das zuerst diese und dann die Muskeln berührte, sehr lebhafte Zuckungen, aber keine, da die Berührung aufhörte.

Auf gleiche Art wie gegen das Silber verhielt sich der Zink gegen alle übrige Metalle. Gegen die Silberarmatur verhielten sich das Bley, Zinn, Spiesglas u. s. w.

Wie

wie der Zink. Das Kupfer und der Wismuth brachten mit der Silberarmatur des Nerven Zuckungen weder hervor, wenn ſie in Berührung, noch wenn ſie auſser Berührung mit den Muskeln kamen. Die Erze erregten bey der Silberarmatur des Nerven dieſelben im Augenblicke der Berührung der Muskeln, aber keine, wenn dieſelbe aufhörte. — Indeſſen zeigten ſich bey einigen groſsen Individuen, bey eben denen, wo die Zuckungen auch in dem Augenblicke entſtanden waren, da das Silber auſser Berührung mit der Zinn- und Zinkarmatur des Nerven gebracht worden war, ebenfalls Zuckungen, da die Berührung des Silbers mit den Muskeln aufhörte, aber dieſe waren nur ſchwach, bald nur partiell in der Stelle, welche das Silber unmittelbar berührte, und hörten ſehr frühe ganz auf.

Doch in einem Falle, da ich mich des Zinks zur Nervenarmatur bediente, entſtanden keine Zuckungen, da die Erze, das Silber, und Kupfer erſt die Armatur und dann die Muskeln berührten, die ſich ſogleich lebhaft einſtellten, im Augenblicke, wenn die Berührung dieſer Excitatoren mit den Muskeln aufhörte, und gerade in dieſem Falle brachten auch die genannten Excitatoren keine Zuckungen im Augenblicke der Berührung der Nervenarmatur, ſondern nur beym Aufhören derſelben hervor. Auch hier bleibt immer noch der Zweifel übrig, ob die Excitatoren nicht im Augenblicke, da ſie von den Muskeln wegbewegt wurden, ſich an der Armatur rieben, und ob nicht daher die Zuckungen entſtanden. Denn das beſtätigte ſich auffallend, daſs ſich, die Vertheilung der Ar-

ma-

J. XXIX. Bewaffnung anderer Nerven, des Hirns, u. des Rückenmarks.

maturen mochte ſeyn, welche ſie wollte, immer die leb- hafteten Zuckungen und am längſten und zuverläſſigſten einſtellten, wenn der Excitator über die Armatur mit gelindem Reiben gleichſam hingleitete.

Indeſſen verdienen die angezeigten Erſcheinungen (XXVII. 1. 2. 4. XXVIII. 1. 3.) genaue Aufmerkſamkeit, indem ſie alle im Zuſammenhang mit einander zu ſtehen, aus einer Quelle zu flieſsen, und auf eine verſchiedene Wirkungsart der zweyerley Armaturen bey der Erre- gung der Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität hin- zudeuten ſcheinen, deren Enthüllung vielleicht das ganze Geheimniſs dieſer ſonderbaren Phänomene enträthſelt.

XXIX.

Bewaffnung anderer Nerven, des Hirns und des Rückenmarks.

1. Die nehmlichen Erſcheinungen zeigten ſich auch, da ich mit dem Brachialnerven ähnliche Verſuche anſtell- te, und ich konnte überhaupt bey der Bewaffnung jedes Nerven Zuckungen in denjenigen Muskeln erregen, in welchen ſich derſelbe vertheilte. (Von der Bewaffnung der Herznerven ſ. u.).

2. Da ich bey der Zubereitungsart von I. dem Bra- chial- und Cruralnerven der einen Seite einen Streifen Stanniol als gemeinſchaftliche Armatur unterlegte, ſo zeigten ſich in der vordern und hintern Gliedmaaſse Zu- ckungen, da der Silberexcitator die vordere Gliedmaaſse oder eine Gegend des Obertheils z. B. die Zunge berühr-

te,

te, hingegen nur in der hintern, wenn der Excitator die hintere Gliedmaaſse berührte. Bey günſtigern Armaturen, z. B. wenn Zink die gemeinſchaftliche Nervenbewaffnung ausmachte, zeigten ſich indeſſen bey der lezten Berührungsart auch in der vordern Gliedmaaſse Zuckungen, doch ſchwächer und eher verſchwindend, als in der hintern.

Ich entfernte das Bekken, trennte auch die Theile los, durch welche die vordere Extremität mit dem Körper zuſammenhängt, ſo daſs dieſe und die hintere bloſs durch ihre Nerven noch mit demſelben verbunden waren, und unterlegte eine Glastafel, und dem Brachial- und Cruralnerven der einen Seite eine gemeinſchaftliche Stanniolarmatur. Bey der Berührung der vordern Gliedmaaſse und der gemeinſchaftlichen Stanniolarmatur zeigten ſich nur in jener Zuckungen, und eben ſo nur in der hintern, wenn der Excitator ſie berührte. Wurde zwiſchen der vordern Gliedmaaſse und dem übrigen Körper eine leitende Verbindung durch ein Stück naſſen Schwamms u. ſ. w. gemacht, ſo zeigten ſich in beyden Gliedmaaſsen Zuckungen, der Excitator mochte die vordere Gliedmaaſe oder das Obertheil an einem beliebigen Orte *) berühren; ingegen nur in der hintern, wenn der

*) Daſs ich in mehrern ähnlichen Fällen nicht anmerke, daſs jedesmal auch der muskulöſe Theil, den der Excitator berührte, und mochte nun derſelbe die Zunge, die Rückenmuskeln u. ſ. w. ſeyn, ſich zuſammenzog, geſchieht, um Undeutlichkeit und Unordnung zu vermeiden, indem dieſs Zuſammenziehen mit einem allgemeinen Geſetz, das ich erſt weiter unten

Hirn u. d. Rückenmark.

der Excitator diese berührte, aber auf diese Art in beyden, wenn zwischen der vordern und hintern Gliedmaasse eine leitende Verbindung durch einen Schwammstreifen gemacht, und jene der vordern Gliedmaasse mit dem Obertheil aufgehoben wurde.

4. Bey der Berührung eines Nerven mit zwey Excitatoren verbreitet sich die Wirkung der thierischen Elektricität durch alle Nervenzweige unterhalb der berührten Stelle; alle Muskeln, in die dieser Nervenstamm Aeste schickt, ziehen sich zusammen u. s. f. Nicht so bey der Bewaffnung des Hirns und des Rückenmarks: Die Wirkung verbreitet sich nicht durch die ganze Strecke des Marks und der Nerven, die daraus entspringen, unterhalb der von beyden oder von einem Excitator berührten Stelle, sondern schränkt sich nur auf die Nerven ein, die aus diesem Theile ihren Ursprung nehmen. So z. B. da ich das Gehirn eines Frosches entblösst, und durch einen gelinden Druck auf dasselbe die willkührlichen Bewegungen des Thiers gehemmt hatte, und nun einen Streifen Zinn an dasselbe, und einen Silberdrath an die Zunge anbrachte, zeigten sich bey der Berührung beyder Metalle unter einander nur Zuckungen in der Zunge, den Muskeln der Augen und des Schlundes; da ich einen Streifen Zinn durch das Rückenmark zwischen den vordern Gliedmaassen stach, und der Silberexcita-

ten aus den Versuchen über die Erregung von Zuckungen bey blosser Muskelnbewaffnung ableiten werde, gegeben ist.

/.1. XXX. Stärke d. Wirkung d. Metallreizes u. Mechanischen

citator eine vordere Gliedmaaſſe und das Zinn berührte, entſtanden die Zuckungen nur in der vordern Gliedmaaſſe, und den Muskeln des Thorax, und erſt alsdann in den hintern, da das Zinn in der Gegend, wo die Cruralnerven aus dem Rückenmarke entſpringen, durch daſſelbe durchſtochen wurde.

Hiemit ſtimmen auch *Fowlers* Verſuche überein *m*).

XXX.

Stärke der Wirkung des Metallreizes auf die Irritabilität in Vergleich mit der Wirkung der mechaniſchen Reize auf dieſelbe.

1. Die Zuckungen, welche durch die Excitatoren erregt werden konnten, waren unter günſtigen Umſtänden ſehr lebhaft, ſo daſs die losgetrennten hinteren Gliedmaaſſen unter gewaltſamer Ausdehnung, der beſtändigen Wirkung der auf dieſe Art erregten Zuckungen, ſehr weit fortgeſchleudert wurden. Der Metallreiz übertraf in dieſer Rückſicht ſehr viel die mechaniſchen Reize des Kneipens, Stechens, Drückens, Durchſchneidens, von denen die ſchwächern oft mehr nur partielle Zuckungen in einzelnen Muskeln, und ſelbſt die ſtärkſten bey weitem nicht eine ſolche heftige Ausdehnung zur Folge hatten. Die durch ſie veranlaſsten Veränderungen der Muskeln waren beſonders bey ſchon geſchwächter Reizbarkeit mehr nur bloſse Zitterungen ohne jene deutliche Anſchwellung.

Auch

m) a. a. O. S. 162. 163.

auf d. Irritabilitaet in Vergleich mit der Wirkung der Reize auf dieselbe.

Auch in Rückſicht auf die Dauer der Zeit, innerhalb welcher Zuckungen erregt werden konnten, übertrafen die Excitatoren ſehr viel die mechaniſchen Reizmittel. Dieſe waren oft ſchon eine Stunde und eher, nachdem die Gliedmaaſse vom Rumpfe getrennt worden war, ganz unwirkſam, oder es entſprachen wenigſtens den heftigern derſelben nur ſehr ſchwache Zuckungen, da hingegen durch den Reiz der Metalle, beſonders unter günſtigen Umſtänden, nach mehrern Stunden, ja nach halben und ganzen Tagen, noch Zuckungen erregt werden konnten. Darin, daſs der Reiz der Excitatoren an Wirkſamheit jenen der mechaniſchen Reizmittel bey weitem übertreffe, ſtimmen alle Schriftſteller über dieſen Gegenſtand überein, und *Fowler* konnte ſogar nach 70 Stunden nach dem Tode durch Silber und Zink Zuckungen erregen *n*).

2. Die Dauer und Lebhaftigkeit der Zuckungen in den einzelnen Gliedmaaſsen und Muskeln ſchien mit der Stärke der Nerven in Verhältniſs zu ſtehen. So konnten z. B. in den hintern Gliedmaaſsen, zu welchen die ſtärkſten*) und längſten Nerven gehen, die Zuckungen am längſten erregt werden u. ſ. f.

n) a. a. O. S. 125. u. a. m. O. *Valli* Exper. S. 24. *Creve* S. 74. u. a.

*) Daſs allerdings die Länge des Nerven von ſeinem Urſprunge an bis zu ſeinem Eintritt in die Muskeln ein Umſtand iſt, der hiebey ſehr in Betracht kommt, wird derjenige leicht einſehen, der die Wichtigkeit der Nerven als Abſonderungsorgane kennt.

XXXI.

Scheinbare Verſtärkung der Reizbarkeit durch den Reiz der thieriſchen Elektricität.

1. Ich bemerkte in ſehr verſchiedenen Fällen, daſs zur Zeit, wenn die Reizbarkeit der Gliedmaaſse durch lange fortgeſetzte Verſuche ſchon ſehr erſchöpft war, oder wenn ich auch die Verſuche erſt mehrere Stunden nach dem Tode anfing, die Application ſehr wirkſamer Excitatoren anfangs keine, dann ſchwache, aber allmählich ſtärkere und immer ſtärkere Zuckungen hervorlockte, ſo daſs dieſer Reiz, ſtatt die Reizbarkeit noch mehr zu erſchöpfen, dieſelbe gleichſam von neuem anzufachen und zu erhöhen ſchien. Dieſe Erſcheinung bemerkte auch *Fowler o*).

2. Eine andere analoge Erſcheinung war dieſe, daſs unwirkſamere Excitatoren, dann, wenn ſie keine Zuckungen mehr erregten, dieſelben von neuem hervorzulocken fähig wurden, wenn vorher wirkſamere Excitatoren angewandt und durch dieſe lebhafte Zuckungen erregt worden waren. Auch hier ſchien alſo die Reizbarkeit, ſtatt durch den Reiz der Metalle und die erregten Zuckungen noch mehr erſchöpft worden zu ſeyn, vielmehr an Stärke wieder zugenommen zu haben. Die nehmliche Erſcheinung beobachtete auch *Valli p*).

3. Eine andere Art die Reizbarkeit gleichſam wieder zu beleben, oder ſie für einen nun ohnmächtigen Metall-

o) a. a. O. S. 53.

p) a. a. O. S. 144.

bereitet d. d. Reiz d. thier. Electricitaet

tallreiz wieder empfindlich zu machen, war die Ruhe. Unwirksam gewordene Excitatoren erregten von neuem Zückungen, wenn die Gliedmaaſse einige Zeit in Ruhe gelaſſen worden war. Dies beſtätigten auch *Valli's* Verſuche, der in den letzten Augenblicken, da die Reizbarkeit durch wiederholte Verſuche ſchon ſehr erſchöpft war, immer einige Minuten wieder aufhören muſste, um neue Spuren der thieriſchen Elektricität zu erhalten *q*).

Merkwürdig war in meinen Verſuchen der Umſtand, daſs gegen das Ende, da die Reizbarkeit ſchon ſehr abgenommen hatte, nach einiger Zeit Ruhe, bey der neuen Anwendung des Excitators, ſich wieder das erſtemal ſehr lebhafte Zuckungen zeigten, die aber ſehr ſchwach bey der zweyten Berührung der Armatur durch den Excitator waren, und bey dem dritten Verſuch ſich gar nicht zeigten. Auch bey häufiger Wiederholung, wenn jedesmal ein Zwiſchenraum von Ruhe gelaſſen wurde, war immer bey der neuen Anwendung des Excitators die erſte Bewegung ziemlich lebhaft, die folgende nur ſchwach, und beym dritten oder vierten Verſuche erfolgte gar nichts.

Auf die unter 1. angeführten Erſcheinungen gründet *Fowler* einen karakteriſtiſchen Unterſchied der thieriſchen Elektricität von allen übrigen Reizen, und beſonders auch von der gemeinen Elektricität. Die durch dieſe andern Reize hervorgebrachten Zuſammenziehungen

q) *Hufel.* a. a. O. S. 190.

J. 1. XXXI. Loheinh. Verspaarung d. Reizbarkeit

hätten nehmlich einen Hang die Kraft der Thiere, von welcher diese Zusammenziehungen abhängen, zu zerstören. Hier sey es gerade umgekehrt. Je mehrere Zusammenziehungen durch dieses Reizmittel hervorgelockt worden seyen, um so länger seyen sie erregbar, und um so länger werden die Theile, an welchen solche Versuche angestellt werden, vor der Fäulniss bewahrt. Statt Erschöpfung hervorzubringen erhalte also vielmehr diese Influenz, die Reizbarkeit r).

Hieraus müsste folgen, dass von zwey Extremitäten die eine, in welcher durch den Metallreiz eine Zeitlang Zuckungen erregt worden wären, solche alsdann unter Umständen noch zeigte, unter denen in der andern, die bisher in Ruhe gelassen wurde, keine erscheinen würden. Dies scheinen auch einige Erscheinungen, die *Valli* beobachtete, zu bestätigen. So fand er, dass die Flügel von Hühnern, wenn sie auch bloss eine Viertelstunde ruhig blieben, alsdann bey der Anwendung des Metallreizes nur kleine zitternde und oft gar keine Bewegungen zeigten, die hingegen eine Stunde und oft noch länger fortdauerten, wenn man unmittelbar, nachdem sie zubereitet waren, Versuche mit ihnen anstellte. Die nehmliche Erscheinung beobachtete er auch an den Hunden und Kaninchen. Auch er wird dadurch zur Frage veranlasst: unterstützt und erhält dieser Reiz vielmehr das Leben, als dass er es zerstört s).

Ganz

r) a. a. O. S. 52.

s) Exp. S. 26.

Ganz anders verhält ſich aber nach meinen Erfahrungen die Sache, wenigſtens bey den kaltblütigen Thieren. Wiederholte Verſuche zeigten mir nehmlich als unläugbare Thatſache, daſs diejenige Gliedmaaſse, die eine längere Zeit in Ruhe gelaſſen worden war, während in der andern durch den Metallreiz Zuſammenziehungen erregt wurden, nunmehr unter gleichen Umſtänden viel lebhaftere Zuckungen, als die bisher gereizte Gliedmaaſse und bey ſchwächern Excitatoren ganz allein, und überhaupt ſpäter noch als dieſe zeigte. Eben ſo wurde die Reizbarkeit in der Gliedmaaſse, in welcher ich gleich viele, aber viel lebhaftere Zuckungen durch mächtigere Excitatoren erregt hatte, viel eher erſchöpft, als in der andern, in welcher durch Anwendung von weniger wirkſamen Excitatoren ſchwächere Zuſammenziehungen hervorgelockt worden waren. Ferner zeigten ſich die willkührlichen Bewegungen (wenn ich nehmlich beyde Gliedmaaſsen mit dem Rumpfe und Kopfe in Zuſammenhang lieſs, wo der Froſch ohngeachtet der Wegnahme aller Eingeweide der Bruſt- und Bauchhöhle noch eine beträchtliche Zeit hindurch Aeuſserungen der Willkühr zeigt) noch lange in der Gliedmaaſse, die in Ruhe gelaſſen worden war, da der Wille über jene, in welcher durch den Metallreiz wiederholte Zuckungen entſtanden waren, keine Herrſchaft mehr zeigte. Analog mit allen dieſen Erſcheinungen iſt jene von *Valli* beobachtete, daſs Fröſche, mit denen ſolche Verſuche angeſtellt worden waren, eher in Fäulniſs übergingen, als andere, die nach

dem Tode in Ruhe gelaſſen wurden *t*). Hieraus ſieht man alſo, daſs wenigſtens bey kaltblütigen Thieren dieſes Reizmittel eben ſo wie jedes andere die Irritabilität allmählich erſchöpft, und *Valli's* überdieſs nicht häufig genug wiederholte Erfahrungen an warmblütigen Thieren laſſen immerhin noch eine andere Deutung, als die er gegeben hat, zu.

t) *Gren* a. a. O. S. 394.

ZWEYTE

f. 2. XXXII. Bewaffnung ein. naſſ. Schwammunterlage d. N. d. m. d. M. in k. Verb. ſteht.

ZWEYTE ABTHEILUNG.

Verſuche über die Erregung von Zuckungen bey Bewaffnung verſchiedener Körper, welche mit den Nerven in Verbindung ſtehen.

XXXII.

Bewaffnung einer naſſen Schwammunterlage des Nerven, die mit den Muskeln in keiner Verbindung ſteht.

Schon oben (IX. 3. 4. 5.) wurden einige Fälle von Erregung von Zuckungen angeführt, da der Nerve nicht unmittelbar bewaffnet wurde, ſondern die Armatur blos durch einen leitenden Körper z. B. ein feuchtes Schwammſtück mit demſelben im Zuſammenhang war. Da die Reſultate einer Reihe von ähnlichen Verſuchen mir merkwürdig zu ſeyn ſchienen, und vorzüglich theils zur Beſtätigung, theils zur fernern Erläuterung der bisher erzählten Erſcheinungen dienen, ſo halte ich ſie einer Erwähnung werth.

Ich trennte die untern Gliedmaaſsen vom Rumpfe, und ihre Nerven vom Rückenmarke, ſo daſs dieſe bis zu ihrem Eintritt in den Schenkel nackt und auſser aller Berührung mit andern thieriſchen Theilen waren,

und unterlegte den ſo mit ihren Nerven vom Körper entfernten Gliedmaaſsen eine Glaſtafel *).

1. Da ich nun den Nerven der einen oder andern Gliedmaaſse auf ein naſſes Stück Schwamm legte, dabey aber alle andere leitende Verbindung dieſer Schwammunterlage mit den Gliedmaaſsen vermied, ſo zeigten ſich doch lebhafte Zuckungen, wenn ich nun zwey Metalle z. B. Zink und Silber, das eine nach Willkühr auf der einen, das andere auf der andern Seite des Nerven an den Schwamm applicirte, und nun beyde Metalle mit einander in Berührung brachte. Einige Zeit hindurch konnte ich auf dieſe Art Zuckungen erregen.

2. Es zeigte ſich hiebey einige Verſchiedenheit in der Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen nach Verſchiedenheit einiger äuſsern Umſtände:

a. Die Zuckungen waren nehmlich um ſo lebhafter, je näher ſowohl das eine als das andere Metall dem Nerven war, und wurden allmählig ſchwächer und hörten endlich ganz auf, ſo wie ſich das eine oder das andere oder gar beyde Metalle auf die Seite oder aufwärts vom Nerven bey fortdaurender Berührung der Schwammunterlage entfernten. Doch ſchienen gleiche Verrückungen des Silbers vom Nerven in die Ferne beträchtlichere Verminderungen in der Lebhaftigkeit der Zuckungen hervorzubringen, und ſie eher aufhören zu machen, als

*) Dieſer Verfahrungsart bediente ich mich in allen nunmehr zu erwähnenden Verſuchen.

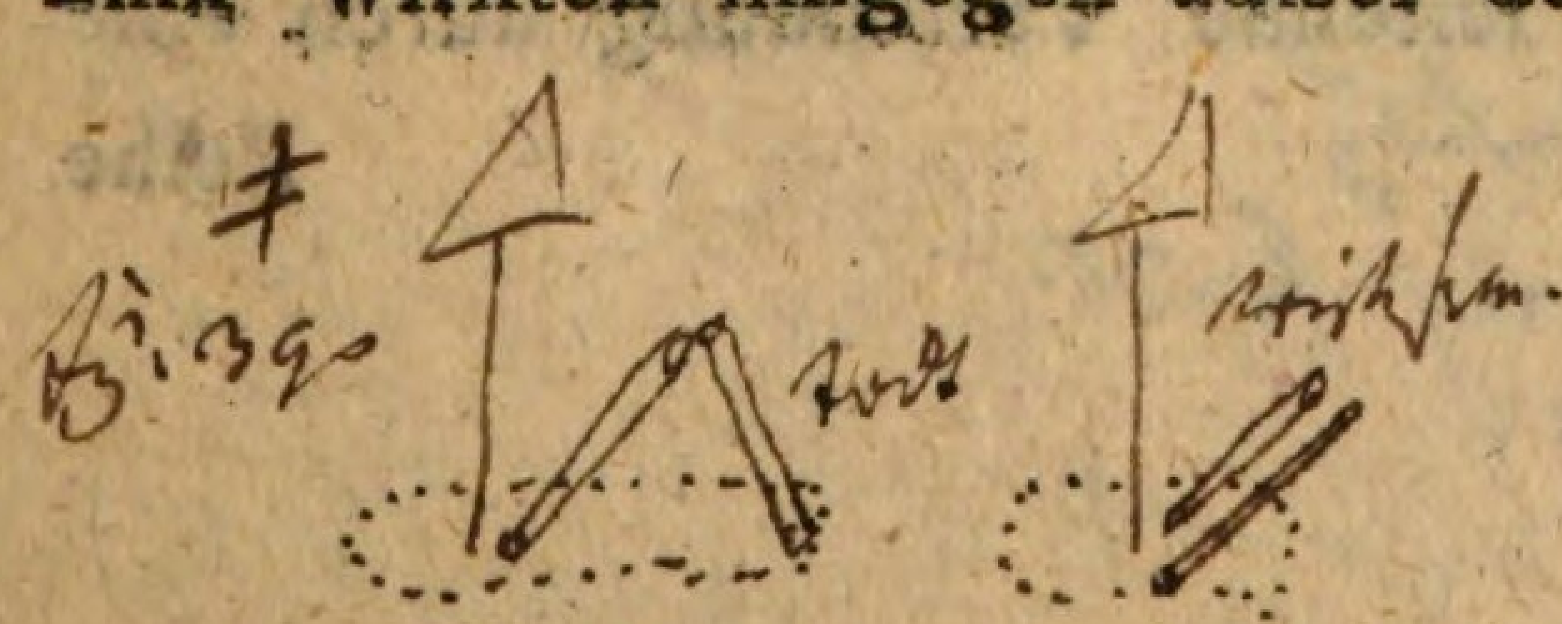


Nerven, die m. d. Muskeln in keiner Verbindung stehen.

als gleiche Verrückungen des Zinks. Die Zuckungen zeigten sich auch wenn beyde Metalle auf einer Seite des Nerven, nur aber beyde nahe bey demselben, in einer mit seiner Richtung gleichlaufenden Linie auf den Schwamm zu stehen kamen, hörten aber sogleich auf, wenn zwar das eine Metall in der Nähe des Nerven blieb, das andere aber jenseits dieses, das also zwischen dem Nerven und diesem andern Metall sich befand, auf den Schwamm aufgesetzt wurde. Da sich keine Zuckungen mehr zeigten, wenn beyde Metalle (in Gestalt von Dräthen) seitwärts am obern Ende des Nerven aufgesetzt wurden, so stellten sich diese von neuem ein, wenn nun das Silber weiter nach unten, dem Eintritt des Nerven in den Schenkel näher gerückt wurde, wenn gleich die seitliche Entfernung vom Nerven die nehmliche blieb, (vergl. mit V. 2.). Das Hinabrücken des Zinks war ohne Wirkung, wenn das Silber oben blieb.

b. Die Zuckungen waren um so lebhafter, je ein grösserer Theil des Nerven auf dem Schwammstücke lag. Die Verschiedenheit der Grösse der Schwammunterlage überhaupt, so wie der Grösse der Berührungsfläche der Metalle mit derselben schien aber ohne allen Einfluss auf die Lebhaftigkeit der Zuckungen zu seyn. Diese Versuche glücken indessen nur unter den günstigsten Umständen d. h. bey sehr grossen und reizbaren Individuen, gleich nach dem Tode, und beym Gebrauche sehr wirksamer Excitatoren. Mit Bley, Zinn erregte z. B. Zink nie Zuckungen auf diese Art, eben so jene nicht mit Kupfer, Eisen, und selten mit Silber. Mit Zink wirkten hingegen ausser dem Silber sehr lebhaft

die



1. XXXIII. Verbindung d. Schwamm unterlage

die Erze, Braunſtein, doch brachten bey kleinern Individuen ſelbſt dieſe wirkſamſten Excitatoren auf dieſe Art keine Zuckungen hervor.

XXXIII.

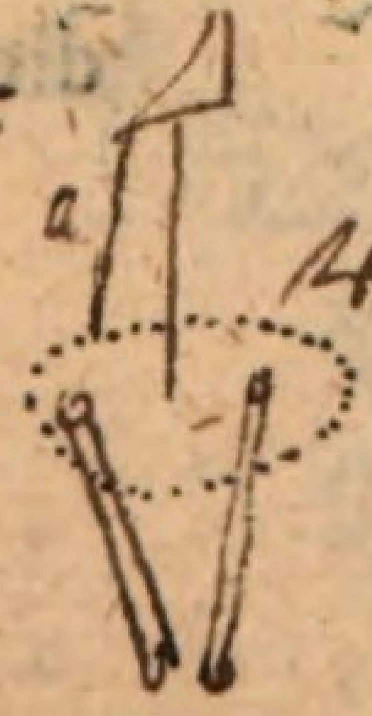
Verbindung der Schwammunterlage des Nerven mit der Gliedmaaſse.

Da ſich auf die (XXXII. 1.) angezeigte Art auch unter den günſtigſten Umſtänden keine Zuckungen mehr zeigten, ſo entſtanden dieſelben ſogleich wieder ſehr lebhaft, wenn zwiſchen der Schwammunterlage des Nerven und der Gliedmaaſse eine leitende Verbindung geſchah, entweder durch unmittelbare Berührung der Schwammunterlage mit der einen oder andern Gliedmaaſse, oder durch eine Reihe von Schwammſtückchen, oder Münzen, die von der Schwammunterlage zu der einen oder andern Gliedmaaſse geführt wurde. Nach Verſchiedenheit der leitenden Verbindung, und nach Verſchiedenheit der Stellung der Metalle in Rückſicht auf die Muskeln und den Nerven zeigten ſich auch hier auffallende Verſchiedenheiten in der Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen.

1. Wenn ich mich des Zinks und Silbers bediente, ſo waren, (wenn in allen dieſen Fällen der Zink auf der innern Seite des Nerven an die Schwammunterlage applicirt wurde, während die leitende Verbindung mit demjenigen Theile des Schwamms geſchah, der an der äuſsern Seite des Nerven lag), die Zuckungen am lebhafteſten, wenn die leitende Verbindung durch eine

Reihe

fig. 40.



d. Nerven m. d. Gliedmaſs.

Reihe von Schwammſtückchen geſchah, und das Silber auf eines derſelben nahe bey der Gliedmaaſse und damit entfernt von der Schwammunterlage der Nerven aufgeſetzt wurde; ſchwächer, wenn das Silber auf die Schwammunterlage ſelbſt aufgeſetzt wurde; und noch ſchwächer, wenn keine ſolche leitende Verbindung ſtatt fand, ſondern die Gliedmaaſse ſelbſt die Schwammunterlage auf der Seite des Silbers berührte.

2. Unter ſonſt gleichen Umſtänden waren die Zuckungen viel ſchwächer, und verſchwanden auch viel eher, wenn die Vertheilung dieſer beyden Metalle geändert wurde, das Silber nehmlich die Stelle des Zinks einnahm, und der Zink an denjenigen Theil der Schwammunterlage applicirt wurde, wo entweder die leitende Verbindung mit der Gliedmaaſse oder dieſe ſelbſt angränzte, und folglich der Nerve zugleich zwiſchen beyden Metallen, wie auch bey 1. mitten inne lag.

3. Ueberhaupt zeigten mannigfaltige Verſuche eine beſonders günſtige Beziehung des Silbers gegen die Muskeln und des Zinks gegen den Nerven an, ſo zwar, daſs die Lebhaftigkeit der Zuckungen immer im zuſammengeſetzten Verhältniſs der Nähe des Silbers bey den Muskeln und des Zinks beydem Nerven ſtand. Je mehr dieſs Metall ſich vom Nerven entweder nach oben oder auf die Seite auf der Fläche des Schwamms, oder in die Höhe dadurch, daſs ich Schwammſtücke auf die Schwammunterlage der Nerven legte und den Zink darauf applicirte, entfernte, um ſo mehr nahmen die Zuckungen an Lebhaftigkeit ab, und hörten bey groſser Entfernung ganz auf. Eben ſo waren die Zuckungen um ſo lebhafter

1. 2. XXXIII. Verb. d. Schw. unterl. d. N. m. d. Gliedmaaſe.

ter, je näher das Silber ſich bey den Muskeln befand, ſeine Entfernung vom Nerven mochte übrigens ſo groſs ſeyn als ſie wollte.

4. Da die leitende Verbindung der Gliedmaaſse mit derjenigen Hälfte der Schwammunterlage, die an die innere Seite des Nerven angränzte, geſchah, und nun beyde Metalle an eben dieſer Seite des Nerven an den Schwamm angebracht wurden, ſo zeigten ſich lebhafte Zuckungen, wenn der Zink dem Nerven zunächſt, das Silber aber von demſelben entfernt nahe bey der leitenden Verbindung die Schwammunterlage berührten. Kam aber nun das Silber zunächſt dem Nerven, und wurde der Zink entfernt und eben damit in die Nähe der leitenden Verbindungskette mit der Gliedmaaſse gebracht, ſo hörten die Zuckungen ſogleich auf, und auch alsdann, wenn nun beyde Metalle auf der äuſsern Seite des Nerven an die Schwammunterlage applicirt wurden, in welchem Falle der Nerve zwiſchen den Metallen und der leitenden Verbindung und das Silber ſich überhaupt entfernter von derſelben befand.

5. Da ſich bey der unter XXXII. 1. angezeigten Verfahrungsart keine Zuckungen mehr zeigten, ſo entſtanden dieſelben von neuem, wenn nun die Gliedmaaſsen ſtatt der Glastafel ein feuchtes Brett zur Unterlage erhielten. Dieſe günſtige Wirkung reducirt ſich auf das unter 1. angeführte, weil nehmlich hier nun ebenfalls eine leitende Verbindung der Gliedmaaſse mit der Schwammunterlage eintrat. Da nun auch bey dieſer feuchten Brettunterlage ſich keine Zuckungen mehr zeigten, ſo ſtellten ſich dieſelben von neuem deutlich ein, wenn nun der

Theil

S. 1. XXXIV. Stufenfolgen d. verschied. Excitatoren unter einander in Rücksicht auf ihre Wirksamkeit.

Theil der Schwammunterlage, an welchen der Zink (indem die Metalle auf die beyden Seiten des Nerven vertheilt waren) angebracht war, nebſt dem Nerven ein Stückchen Glas zur Unterlage erhielt, während die andere Hälfte, auf welcher das Silber ſich befand, mit dem feuchten Brett in Berührung blieb. Eine Unterlage dieſer Hälfte war ganz unwirkſam.

XXXIV.

Stufenfolgen der verſchiedenen Excitatoren unter einander in Rückſicht auf ihre Wirkſamkeit.

1. Wenn man die Erſcheinungen (XXXIII. 1 - 5.) genauer anſieht, ſo wird man bald finden, daſs das verſchiedene Verhältniſs, das der Zink und das Silber in dieſen Verſuchen gegen die thieriſche Elektrizität zeigten, im Grunde ganz einerley mit demjenigen iſt, auf welches in den obigen Verſuchen (XXVII. u. ſ. w.) der Einfluſs der Verſchiedenheit der Vertheilung an Muskeln und Nerven hinwies. Auch hier kann nehmlich dasjenige Metall, das an die Schwammunterlage da angebracht iſt, wo dieſelbe von der Gliedmaaſse ſelbſt oder von der leitenden Verbindungskette mit dieſer berührt wird, gleichſam als die Muskelarmatur, und dasjenige Metall, das dem Nerven nahe, ſtatt der Nervenarmatur angeſehen werden. Daher denn auch der ſchwächere Effekt wie oben, wenn der Zink in die Nähe der leitenden Verbindung mit den Muskeln gebracht d. h. nun gleichſam als Muskelarmatur gebraucht wurde,

wäh-

während das Silber dem Nerven nahe gerückt dieſen nun gleichſam armirte, als im umgekehrten Falle.

2. In dieſer Hinſicht wird nun beſonders der Umſtand merkwürdig, daſs bey Vertheilung der beyden Metalle auf die beyden Seiten des Nerven der Effekt immer ſo auffallend geſchwächt wurde, wenn neben der leitenden Verbindung mit der Gliedmaaſse auf der Seite des Silbers, die für ſich allein die Lebhaftigkeit der Zuckungen ungemein vermehrte, nun auch eine Ableitung zu der Gliedmaaſse auf der Seite des Zinks geſchah, wobey die Schwächung der Lebhaftigkeit der Zuckungen im Verhältniſs mit der Nähe der Ableitung beym Zink ſtand.

3. Dieſe Verſuchsart empfahl ſich nun vorzüglich, um das verſchiedene Verhalten der verſchiedenen Excitatoren, ſofern ſie theils mit einerley Nerven, oder einerley Muskelarmatur in Beziehung gebracht wurden, auszuforſchen. Nun konnte ich verſchiedene Erze, die ich aus Mangel einer guten Form nicht wohl an die Nerven ſelbſt anbringen konnte, dennoch als Nervenarmaturen gebrauchen, wenn ich ſie nur auf die Schwammunterlage des Nerven aufſetzte, die übrigen Umſtände konnten eher gleich gemacht werden u. ſ. f. Wirklich ſtellte ich auch eine groſse Reihe von Verſuchen an, um

1) Die Ordnungen der Excitatoren für gewiſſe Nervenarmaturen, die oben noch nicht erwähnt worden ſind;

2) Ferner die Ordnungen der verſchiedenen Excitatoren mit einerley Muskelarmatur, und die Abweichungen derſelben von jenen, in welchen die Excitatoren in

Bezie-

einander in Rücksicht auf ihre Wirksamkeit.

Beziehung auf die nehmliche Armatur, die aber an den Nerven angebracht ist, auf einander folgen.

3) Und endlich das eigenthümliche Verhältniss jeder einzelnen von zwey beliebigen Armaturen, sofern die Phänomene, welche von Verschiedenheit der Vertheilung an Muskeln und Nerven abhängen, darauf hindeuten, zu bestimmen.

Der Kürze wegen werde ich vor denjenigen Excitator, der in Beziehung auf die gemeinschaftliche Armatur, für welche die Ordnung der Excitatoren festgesetzt ist, sich günstiger verhielt, wenn er an die Muskeln angebracht wurde, das Zeichen +, und vor denjenigen Excitator, der bey Bewaffnung des Nerven die lebhaftern Zuckungen erregte, das Zeichen — setzen.

Arsenik-, Schwefel- und Kupferkies als N Armaturen.

(1. Glanzkobolt. 2. Zinngraupen. 3. Bleyglanz. 4. Magnetischer Eisenstein) *). (5. Silber. 6. Gold. 7. Platina. 8. Kohlen). 9. Braunstein. (10. Kupfer. 11. Wismuth). 12. Eisen. 13. Arsenik. 14. Spiessglas. 15. Zinn. 16. Bley. 17. Zink.

Gegen diese Nervenarmaturen verhielten sich alle übrige Excitatoren als —, ausgenommen der Braunstein, der

*) Das Einschliessen der Excitatoren bedeutet hier das nehmliche wie oben (XXIV).

der fich als ✠ verhielt, d. h. als Muskelarmatur am beften wirkte.

Braunftein als Nerven- und Muskelarmatur.

(1. Kupferkies. 2. Arfenikkies. 3. Schwefelkies). (4. Glanzkobolt. 5. Zinngraupen. 6. Bleyglanz. 7. Magnetifcher Eifenftein). (8. Silber. 9. Gold. 10. Kohle. 11. Platina). (12. Kupfer. 13. Wismuth). 14. Eifen. 15. Arfenik. 16. Spiefsglas. 17. Zinn. 18. Bley. 19. Zink.

Mit dem Braunftein wirkten alle Excitatoren als —, und die auffallende Verftärkung der Wirkung, wenn der Braunftein die Muskeln auf die obige Art bewaffnete, zeigte fich noch befonders dadurch, dafs er alsdann noch mit der Nervenarmatur von Silber Zuckungen hervorbrachte, da er als Nervenarmatur fogar immer mit dem an die Muskeln angebrachten Zinn wirkte.

Bleyglanz als Muskelarmatur.

1. — Magnetifcher Eifenftein. (2. ✠ Zinngraupen. 3. ✠ Glanzkobolt). (4. ✠ Schwefelkies. 5. ✠ Arfenikkies. 6. ✠ Kupferkies). 7. ✠ Braunftein. (8. — Silber. 9. — Gold. 10. — Kohle. 11. — Platina). 12 bis 19 wie beym Braunftein alle —.

Wurde Bleyglanz als Nervenarmatur gebraucht, fo wirkten Gold, Silber, Platina, Kohle, magnetifcher Eifenftein am fchwächften, fonft war die Ordnung die nehmliche?

Sil-

einander in Rücksicht auf ihre Wirksamkeit.

Silber Muskelarmatur.

(1. — Gold? 2. — Kohle? 3. — Platina?) (4. + Magnetiſcher Eiſenſtein. 5. + Bleyglanz. 6. + Zinngraupen. 7. + Glanzkobolt). (8. 9. 10. + Kieſe). (11. — Kupfer. 12. — Wismuth). 13. + Braunſtein. 14 bis 19 wie beym Braunſtein alle —.

Gold und Platina als Muskelarmaturen verhielten ſich ohngefähr wie das Silber.

Kupfer Muskelarmatur.

(1. + Platina. 2. + Kohle. 3. + Gold. 4. + Silber). 5. — Wismuth. 6. — Eiſen. 7. — Arſenik. 8 bis 14 wie 4 bis 10 beym Silber. 15. + Braunſtein. 16 bis 19 wie beym Silber.

Eiſen Muskelarmatur.

(1. + Wismuth. 2. + Kupfer). 3. — Arſenik. (4. + Platina. 5. + Kohle. 6. + Gold. 7. + Silber). 8. — Spieſsglas. 9. — Zinn. 10. — Bley. (11. + Magnetiſcher Eiſenſtein. 12. + Bleyglanz. 13. + Zinngraupen. 14. + Glanzkobolt). (15. 16. 17. + Kieſe). 18. + Braunſtein. 19. — Zink.

Zinn Muskelarmatur.

1. + Spieſsglas. 2. — Bley. 3. + Arſenik. 4. + Eiſen. (5. + Wismuth. 6. + Kupfer). (7 bis 10 wie 4 bis 7 beym Eiſen). (11 bis 17 wie eben dieſe beym Eiſen). 18. — Zink. 19. + Braunſtein.

§ n. XXXIV. Aufeinanderfolge d. versch. Excitat. untereinander in Rücksicht auf ihre Wirksamkeit.

Wie das Zinn verhielten ſich auch die Muskelarmaturen von Spieſsglas und Bley, letzterer mit dem Zinn als —, erſterer mit dem Bley als +.

Mit dem Zink wirkten alle Excitatoren als +, und die Ordnung der Excitatoren gegen dieſelben als Muskelarmatur war die nehmliche wie gegen denſelben als Nervenarmatur. Auch in dieſen Verſuchen beſtätigte ſich eine oben ſchon angemerkte Beobachtung (XXVIII). Da nehmlich Kupferkies, Schwefelkies, Silber an die Schwammunterlage nahe beym Nerven angebracht wurden, ſo zeigten Zink, Zinn, Kupfer, die die Schwammunterlage da berührten, wo die leitende Verbindung mit der Gliedmaaſse geſchah, nur dann Zuckungen, wenn ſie auſser Berührung mit den erſtern Excitatoren kamen, nicht aber im Augenblicke der Berührung, doch ſtellten ſich auch dann, und zwar wie oben, die heftigſten Zuckungen ein, wenn die Excitatoren mit gelindem Reiben über einander hinbewegt wurden *). Bey umgekehrter Vertheilung zeigten ſich keine Zuckungen, wenn die Excitatoren auſser Berührung mit einander kamen.

XXXV.

*) In dieſen Verſuchen, in denen ich mich gröſserer Metallſtücke und Erze mit rauhen Oberflächen bediente, beſtätigte ſich recht auffallend was oben über den Einfluſs der Berührungsart (XIX.) angemerkt worden iſt.

1. 2. XXXV. Bewaffn. e. gemeinsch. Schwammunterlage beyder Cruralnerven.

XXXV.

Bewaffnung einer gemeinſchaftlichen Schwammunterlage beyder Cruralnerven.

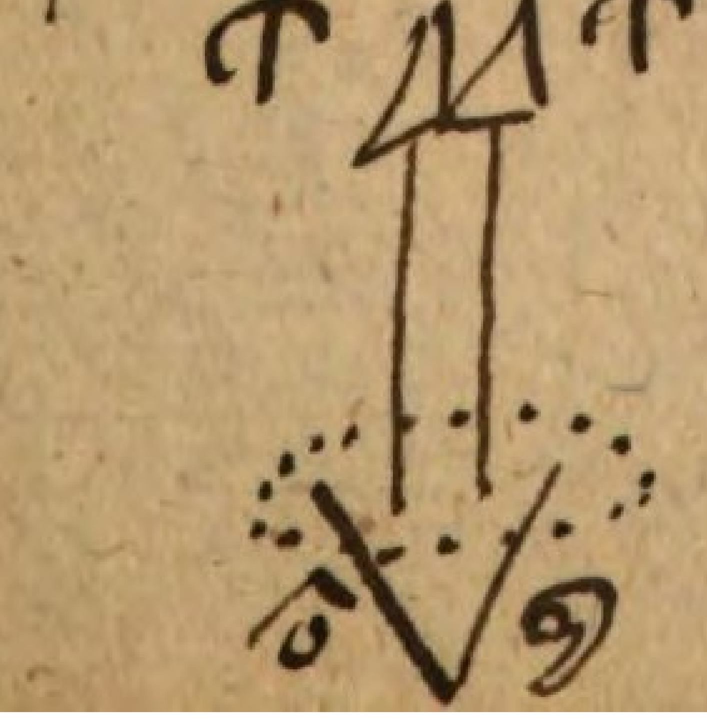
1. Brachte ich beyde Nerven auf die Schwammunterlage, und vermied dabey alle andere leitende Verbindung derſelben mit den Gliedmaaſsen durch Ueberlegung einer Glastafel, ſo zeigten ſich, wenn der Zink auf der äuſsern Seite des einen Nerven, das Silber auf der äuſsern Seite des andern Nerven an den Schwamm angebracht wurden, ſehr lebhafte Zuckungen in der Gliedmaaſse des erſten, und nur ſchwache und viel früher verſchwindende in der Extremität des andern Nerven. Bey umgekehrter Vertheilung zeigte dieſe die lebhaftern Zuckungen. †

2. Das Silber und der Zink konnten auch zwiſchen beyden Nerven, oder oberhalb derſelben die Schwammunterlage berühren, und dann zeigten ſich jedesmal die weit lebhaftern Zuckungen in der Extremität desjenigen Nerven, dem der Zink zunächſt war.

3. Da ſich, wenn nur ein Nerven auf der Schwammunterlage lag (XXXII. 1.) keine Zuckungen mehr zeigten, ſo entſtanden dieſelben wieder lebhaft, wenn nun auch der andere Nerve auf die Schwammunterlage gebracht wurde, und dieſem zunächſt das Silber, in der Nähe des erſtern aber der Zink angebracht wurde.

4. Wurden beyde Metalle auf die äuſsere Seite eines Nerven applicirt, ſo zeigten ſich nur ſchwache Zuckungen in dieſer Gliedmaaſse, die ſogleich lebhafter wurden, wenn nun das Silber auf die innere Seite zwiſchen

 beyde



beyde Nerven und ſo mit dem andern näher gebracht wurde.

5. Da ich durch wiederholte Zuckungen die Reizbarkeit der einen Gliedmaaſse erſchöpft hatte (XXXI.), während die andere in Ruhe geblieben war, ſo applicirte ich nun, da beyde Nerven eine gemeinſchaftliche Schwammunterlage hatten, das Silber auf die äuſsere Seite des Nerven der irritablern Extremität, den Zink auf die äuſsere Seite des Nerven der ermatteten, und machte auf der Seite des Zinks eine leitende Verbindung mit den Gliedmaaſsen. In dieſem Falle zeigten ſich nur allein Zuckungen in der vitalern Extremität, machte ich hingegen die leitende Verbindung auf der Seite des Silbers, ſo zeigte die ermattete Extremität ſehr lebhafte Zuckungen, die vitalere hingegen ſchwächere. Bey umgekehrter Vertheilung beyder Metalle, zeigte, wenn die leitende Verbindung auf der Seite des Silbers geſchah, nur die vitalere, wenn auf der Seite des Zinks, gar keine Gliedmaaſse Zuckungen.

Aus den angeführten Erſcheinungen erhellet nun deutlich, daſs, wenn beyde Nerven auf der Schwammunterlage liegen, der eine gegen den andern ſich wechſelsweiſe wie eine leitende Verbindung mit den Gliedmaſsen verhalte. Dieſs beweiſt vorzüglich der Umſtand der Verſtärkung der Wirkung, und des neuen Erſcheinens von Zuckungen, wenn nun auch der andere Nerve auf die Schwammunterlage kam (3), und das gleiche Verhalten der zweyerley Metalle gegen die Nerven, wie gegen den einzelnen Nerven und die leitende Verbindung, denn auch hier galt ein ähnliches Geſetz

wie

wie oben, dafs die Zuckungen in der einen oder andern Gliedmaafse immer, um so lebhafter waren, je näher der Zink bey ihren Nerven, und das Silber beym andern Nerven (— der leitenden Verbindung) an den Schwamm angebracht wurden.

Wenn in den verschiedenen Hauptfällen die bisher erwähnt wurden (XXXII. XXXIII. XXXV.) keine Zuckungen mehr erregt werden konnten, so entstanden dieselben wieder unter sonst gleichen Umständen, wenn der eine oder andere Excitator oder beyde zugleich entweder von den Nerven, oder den Muskeln, oder Muskeln und Nerven unmittelbar berührt wurden.

So z. B., wenn nur ein Nerve eine Schwammunterlage, die sonst in keiner leitenden Verbindung mit den Muskeln stand, hatte, und beyde Metalle Zink und Silber auch ihm sehr nahe auf den Schwamm aufgesetzt wurden, entstanden dieselben von neuem, wenn nun Zink oder Silber den Nerven unmittelbar berührten, doch lebhafter wenn das Silber, als wenn der Zink, und am lebhaftesten wenn beyde Metalle ihn berührten u. s. f.

XXXVI.

Bewaffnung verschiedener leitender Körper, welche den Nerven zu Unterlagen dienen.

Auf ähnliche Art konnten auch Zuckungen in den Gliedmaafsen erregt werden, wenn ihre Nerven irgend eine andere Unterlage von nassem Papier, Leder, Tuch u. s. f. von frischen und feuchten vegetabilischen oder thierischen Theilen erhielten, und die zwey verschie-

 dene

denen Excitatoren, welche mit einander in Berührung gebracht wurden, bloſs durch dieſe Unterlage mit dem Nerven communicirten. Zwiſchen dieſen verſchiedenen Unterlagen fand kein Unterſchied in Rückſicht auf die Lebhaftigkeit der erregten Zuckungen ſtatt, als der, welcher von der Feuchtigkeit derſelben abhieng. Sie wirkten nehmlich um ſo beſſer, je naſſer ſie waren, und ihre Wirkung hörte mit ihrer Austrocknung ſogleich auf.

Die Unterlage von muskulöſen Theilen z. B. die Zunge, die breiten Bauchmuskeln u. ſ. f. zeigten neben der Gliedmaaſse, deren Nerven darauf lag, ebenfalls Zuckungen (ſ. u.). Eben ſo zeigten ſich Zuckungen in beyden Gliedmaaſsen, wenn ihre Nerven allein oder zugleich mit ihnen in ein Glas voll Waſſer eingetaucht wurden, und z. B. Zink und Silber unter dem Waſſer auch in einiger Entfernung von den Nerven mit einander in Berührung kamen.

Das nehmliche beobachtete auch *Fowler* t).

XXXVII.

Bewaffnung metalliſcher Unterlagen der Nerven. — Iſolirende Unterlagen.

Ganz anders als dieſe Körper verhielten ſich die Excitatoren der thieriſchen Elektrizität. Behielten nehmlich

t) a. a. O. S. 10.

Ableitende Unterlagen.

lich die Nerven eine Unterlage von irgend einem solchen Körper, z. B. einer Silbermünze, einer Kohle, einem Stück Schwefelkies u. s. w., und wurden dann zwey beliebige Excitatoren an diese Unterlage, durch welche sie mit dem Nerven communicirten, und mit einander in Berührung gebracht, so blieb alles in Ruhe, auch dann wenn diese Unterlagen ganz mit Wasser benetzt wurden.

Hieher gehört die Erscheinung, welche *Fowler* beobachtete, dass sich nehmlich keine Zuckungen zeigten, da er den Unterleib eines Frosches mit Quecksilber füllte (das also auf diese Art gleichsam eine Ueberlage gleich viel mit Unterlage) für die Cruralnerven wurde, und nun unterhalb demselben Zink und Silber mit einander in Berührung brachte *).

Eben so unwirksam, wie diese Unterlagen, waren die Unterlagen von einem idioelektrischen Körper oder Halbleiter. Nie entstanden Zuckungen, wenn zwey beliebige Excitatoren auf Glas, Siegellack, Schwefel, Elfenbein, Marmor u. s. w. auf welchen der Nerve lag, aufgesetzt und mit einander in Berührung gebracht wurden. In diese Klasse von Körpern gehören dann auch die Metallkalche, manche Erze wie z. B. Zinnober, Spiessglanz und kurz alle diejenigen Körper, von welchen oben angeführt wurde, dass sie weder Exci-

*) a. a. O. S. 18.

l. a XXXVij Nichtmetallische Unterlagen d. Nerv. Ableitende Unterlagen.

tatoren noch Conductoren der thierischen Elektricität seyen.

Alle diese Unterlagen erhielten aber sogleich die Wirksamkeit des nassen Schwamms, wenn sie mit Wasser benetzt wurden, durch welches nun die Excitatoren mit dem Nerven communicirten.

Versuche über d. Erreg. v. Zuckg. bey d. Bewaffn. der blossen Muskeln

DRITTE ABTHEILUNG.

Versuche über die Erregung von Zuckungen bey Bewaffnung der bloſsen Muskeln.

Auch dann, wann nicht die entblöſsten Nerven, sondern bloſs die Muskeln auf ihrer äuſsern Oberfläche bewaffnet wurden, konnten Zuckungen erregt werden, wie die folgenden Versuche zur Genüge beweisen:

I. Da ich dem Rücken eines unversehrten Frosches eine Zinkstange unterlegte, und eine Silbermünze, welche an den Bauch angebracht war, in Berührung damit brachte, so zeigten sich nur sehr schwache Zuckungen in den Bauchmuskeln und kaum merkliche in einzelnen Muskeln der Schenkel. So oft ich auch diesen Versuch und zum Theil an sehr groſsen und reizbaren Individuen wiederholte, so konnte ich doch nie auffallende Zuckungen, die eine Ausdehnung der Gliedmaaſsen zur Folge gehabt hätten, erregen.

II. Ganz anders verhielt sich die Sache, wenn ich dem Frosche die Haut abzog. In diesem Falle, da nun die Bewaffnungen unmittelbar ans Fleisch angebracht waren, entstanden sehr lebhafte Zuckungen in beyden untern Gliedmaaſsen mit einer gewaltsamen Ausdehnung derselben, und auch in den Bauch- Seiten- und Rückenmuskeln.

III.

l. s. Verſ. üb. d. Erreg. v. Zuck. bey Bew. d. Muſk.

III. Wenn ich die Zinkbewaffnung an den Rückgrat weiter nach oben zwiſchen die Schultern anbrachte, und mit dem Silber die Zunge oder die eine oder andere vordere Gliedmaaſse berührte, ſo zeigten ſich Zuckungen in den Muskeln des Kopfes, des Halſes, der Bruſt und die vordern Gliedmaaſsen wurden ausgedehnt, und ihre Finger gebeugt, die hintere Gliedmaſsen und die Bauchmuskeln blieben aber in Ruhe. Sobald aber bey gleichbleibender Lage der Zinkarmatur das Silber nun die eine oder andere hintere Gliedmaaſse oder die Lendengegend berührte, ſo dehnten ſich zugleich auch die hintern Gliedmaaſsen gewaltſam aus.

IV. Ueberhaupt ergaben ſich aus meinen zahlreichen Verſuchen über die Erregung von Zuckungen bey bloſser Bewaffnung der Muskeln noch folgende Hauptreſultate.

1. Die Zuckungen waren jedesmal viel lebhafter, wenn die Metalle nach der Richtung der Nerven der Muskeln, in welchen die Zuſammenziehungen erregt werden ſollten, angebracht wurden, beſonders wenn die Bewaffnung von dem Nerven nur durch eine dünne Wandung von Fleiſch getrennt war. So waren z. B. die Zuckungen lebhafter in beyden hintern Gliedmaaſsen, wenn das eine Metall die Lendengegend, über welche die Cruralnerven hinablaufen, und daher nur durch eine dünne Muskelſchichte von der Armatur geſondert waren, bewaffnete, und nun das andere die eine oder andere hintere Gliedmaaſse berührte, als wenn jene Bewaffnung von der Lendengegend auf den Bauch gebracht, oder

oder beyde Excitatoren an die beyden Schenkel vertheilt wurden.

2. Die Zuckungen, welche durch blofse Bewaffnung der Muskeln erregt wurden, waren überhaupt auch fchwächer als jene bey unmittelbarer Bewaffnung der entblöfsten Nerven unter fonft gleichen Umftänden. Auch mufsten daher, um lebhafte Zuckungen auf jene Art zu erregen, immer die wirkfamften Excitatoren angewandt werden, und fchwächere z. B. Kupfer und Silber, Gold und Silber, Bley und Zink u. f. f. brachten in den meiften Fällen gar keine Zuckungen hervor.

3. Dafs hier die Nerven ebenfalls eine befondere Rolle fpielten, erhellte aufser den unter 1. angeführten Erfcheinungen noch befonders daraus, dafs die Zuckungen immer lebhafter waren, wenn von den zwey Excitatoren derjenige, der als Nervenarmatur nach den obigen Verfuchen am beften wirkte, nach der Richtung des Nerven angebracht wurde, als wenn der Excitator, der als Muskelarmatur am beften wirkte, diefe Gegend bewaffnete. So z. B. waren in den hintern Gliedmaafsen die Bewegungen lebhafter, wenn der Zink die Lendengegend, das Silber den einen oder andern Schenkel bewaffnete, als bey umgekehrter Vertheilung.

V. 1. Da ich wie oben (XXIX. 3.) die vordere und hintere Gliedmaafse der einen Seite nur durch ihre entblöfste Nerven mit dem Rumpfe im Zufammenhange liefs, und eine Glastafel unterlegte, fo zeigten fich in beyden lebhafte Zuckungen, da ich z. B. an die Muskeln der vordern Gliedmaafse Zinn, an die der hintern Kupfer applicirte, und beyde Muskelarmaturen mit einander in

Berüh-

i. z. Kos. über d. Erregung von Zuckung

Berührung brachte, doch weit lebhaftere in der hintern als in der vordern, die auch viel früher in dieſer nicht mehr erregt werden konnten, ſich aber alsdann wieder in beyden zeigten, wenn das Zinn die hintere, das Kupfer die vordere Gliedmaaſse bewaffnete.

2. Unter ſonſt gleichen Umſtänden nahmen die Zuckungen an Lebhaftigkeit in der vordern ſowohl als in der hintern Gliedmaaſse ab, wenn neben ihren Nerven noch eine andere Ableitung von dem Rumpfe zur Gliedmaaſse z. B. von Metall angebracht wurde, und in beyden, wenn eine leitende Verbindung zwiſchen ihnen z. B. durch einen Schwammſtreifen gemacht wurde.

3. Wie beym Gebrauche des Zinns und Kupfers waren auch bey Anwendung zweyer beliebiger anderer Excitatoren die Zuckungen in der einen ſowohl als in der andern Gliedmaaſse immer lebhafter, wenn der Excitator der ſonſt als Muskelarmatur am beſten wirkte, an ſie angebracht wurde, als umgekehrt.

VI. Bey der Application der zwey Armaturen an die von Haut entblöſste Oberfläche des Froſches zeigen ſich jedesmal Zuckungen.

1. In denjenigen Muskeln, welche von den zwey Excitatoren unmittelbar berührt werden;

2. In denen Muskeln, deren Nerven (auch ſelbſt nur ihrem Urſprunge aus dem Rückenmarke nach) ſich zunächſt der einen oder andern Armatur befinden, auch wenn keiner von den Excitatoren dieſe Muskeln unmittelbar berührt;

3. In den Muskeln, welche in einer Ebene mit den Armaturen und zugleich zwiſchen beyden inne liegen,

alſo

alſo z. B. wenn der eine Excitator an das untere Ende des Bauchs der andere an den vordern Rand der Kehle angebracht wird, in den Hals-, Bruſt- und Bauchmuskeln, aber nicht in den Seitenmuskeln, Rückenmuskeln, oder den Muskeln der Gliedmaaſsen.

Einige dieſer Verſuche ſind auch von andern angeſtellt worden. Beſonders intereſſant ſind jene, die *Volta* beſchreibt *v*); der zuerſt die Lehre von der thieriſchen Elektricität mit ſolchen Verſuchen über die Erregung von Zuckungen bey Bewaffnung der bloſsen äuſſern Oberfläche der Muskeln bereicherte, obgleich auch *Valli* noch vor *Volta* im Mai 1792 dieſe Entdeckung gemacht haben will *w*). Beyde, ſo wie auch *Fowler* *), wollen lebhafte Zuckungen in den hintern Gliedmaaſsen, und in den Bauchmuskeln erregt haben, wenn ſie bey einem ganz unverſehrten Froſche an die Lendengegend ein Bley oder Zinnblättchen, an den Bauch ein Silberſtück, und beyde Bewaffnungen in Berührung mit einander brachten; doch bemerken ſie ſelbſt die Verſtärkung der Wirkung, wenn die nackten Muskeln bewaffnet wurden.

v) a. a. O. S. 50. 130. 138. 139.

w) Experim. Vorr. S. VIII. u. S. 28 — 30.

*) a. a. O. S. 24.

VIERTE

VIERTE ABTHEILUNG.

Versuche an Thieren aus verschiedenen Klassen — und an Pflanzen.

Aehnliche Versuche, wie die bisher erzählten, wurden an Thieren aus allen Klassen mit gleichem Erfolge angestellt.

I.

Säugthiere.

Vorzüglich merkwürdig und einer genauern Erwähnung werth sind die Versuche an Menschen. Sie wurden von *Creve x*), *Strack y*) und von Dr. *Gentili z*) an amputirten Gliedern unternommen. *Creve* fand das Silber und den Stanniol beyde an den Kniekehlnerven und mit einander in Berührung gebracht sehr wirksam. Der Reiz wirkte anfangs mehr auf die Beuger, in der Folge mehr auf die Strecker des Fusses, ohngeachtet die nehmliche Stelle armirt blieb, und brachte noch auffallende

x) Beyträge S. 20 f.

y) a. a. O. S. 47.

z) *Galvan.* Vorrede S. 24.

lende Zuckungen hervor, da die heftigſten mechaniſchen Reize ohnmächtig waren. *Creve* ſtellte auch intereſſante Verſuche an den Gliedmaaſsen eines nach langer Entkräftung und Engbrüſtigkeit geſtorbenen Menſchen an *a*). Auch hier wurde bey Bewaffnung des Kniekehlnerven mit Silber und Stanniol der Fuſs anſehnlich gebogen, und zwar anhaltend, ſo lange die Silbermünze auf dem Nerven und der Armatur bewegt wurde. Gut ausgebrannte Holzkohlen dienten auch ſtatt des Silbers als Excitator, doch waren ſie weniger wirkſam. Beyde brachten keine Zuckungen hervor, wenn ſie von der Stanniolarmatur auf den Nerven gerollt wurden, nur im umgekehrten Falle wirkten ſie. Bey der Armatur des Armgeflechts beugte ſich der Vorderarm anſehnlich gegen den Oberarm, und die Finger zogen ſich zuſammen. Fünf und zwanzig Minuten nach dem letzten Athemzug wirkte kein mechaniſcher Reiz mehr, das *Galvaniſche* Reizmittel brachte aber noch länger als eine Stunde Zuckungen hervor.

Auch an andern Säugthieren geriethen ſolche Verſuche *b*). Die Zuckungen konnten auch bey den gröſsten Säugthieren nie über eine Stunde erregt werden, und auf kleinere Thiere z. B. Mäuſe, hatte der Metallreiz meinen Verſuchen zufolge auch gleich nach dem Todte oft gar keine Wirkung. *Volta* ſah auch in kleinern Säugthieren

a) Medic. chirurg. Zeitung J. 1793 Beylage zu No. 64. S. 233 fg.

b) *Creve* Beyträge S. 17. *Valli* Exper. S. 14 und a. m. O.

I. 4. ii. Vögel. III. Amphibien.

thieren bey bloſser Muskelbewaffnung Zuckungen entſtehen, wenn er nehmlich die Haut längſt des Rückgrats aufſchnitt, das ſo entblöſste Fleiſch mit Stanniol belegte, und nun in Berührung mit einer Silbermünze brachte, die in die aufgeſchnittene Muskeln des Fuſses hineingeſteckt war *c*).

II.

Vögel.

In meinen, ſo wie in *Vallis d*), *Voltas e*) u. a. Verſuchen verhielten ſich dieſelben ganz wie die Säugthiere. Kleinere Vögel zeigten bisweilen gar keine, und meiſtens nur höchſt ſchwache Zuckungen, die ſchnell vorübergiengen.

III.

Amphibien.

Auſser an Fröſchen wurden auch an Eidechſen, Schildkröten *f*) u. d. g. Verſuche angeſtellt. Bey dieſen Thieren konnten die Zuckungen länger als bey warmblütigen Thieren erregt werden. Um in Eidechſen und Molchen Zuckungen bey bloſser Armatur der Oberfläche des

c) a. a. O. S. 126.

d) Exper. S. 13. *Hufeland* a. a. O. S. 197 u. a. O. *Gren.* a. a. O. S. 389 u. a. O.

e) a. a. O. S. 38. 125. 126.

f) *Valli* Exper. S. 12. 17.

des Körpers hervorzubringen, muſste die (trockne) Haut abgezogen werden *g*).

IV.

Fiſche.

Die Fiſche, mit denen *Valli, h*) *Volta i*) und auch ich Verſuche anſtellten, verhielten ſich wie die Amphibien. Die kleineren Arten zeigten nicht ſo lange Zuckungen. Hier, wo die Haut feucht war, war es nicht nöthig, dieſelbe abzuſtreichen, um bey der bloſsen Bewaffnung der Oberfläche des Körpers Zuckungen zu erregen. Durch das Abſtreifen der Schuppen gewannen dieſe an Stärke.

V.

Inſekten.

Auch auf die Muskeln der Inſekten zeigte ſich der Reiz der Excitatoren wirkſam. Ich ſtellte Verſuche an verſchiedenen Orten von Grashüpfer (*Grylli*), Laufkäfern (*Carabi*) und an Krebſen an. Da ich jenen den Bauch aufſchnitt, die Eingeweide herausnahm, und nun auf die innere Fläche der Rückenmuskeln (welche ſich vorzüglich an die Gliedmaaſsen anheſten) der einen Seite Silber, auf die der andern Seite Zink aufſetzte zogen ſich dieſe zuſammen, und zugleich bewegten ſich

 die

g) *Volta* a. a. O. S. 126.

h) *Grens* Journal a. a. O. S. 390.

i) a. a. O. S. 126. 127.

\. 4. v. Insecten.

die Gliedmaafsen. Eben fo bewegten fich die einzeln abgetrennten Gliedmaafsen, wenn ich das erfte Glied, da wo es fonft mit dem Körper zufammenhing, mit beyden Metallen berührte. Bey den hintern Gliedmaafsen brachte ich mit gleichem Erfolge die beyden Metalle unmittelbar an das Fleifch des aufgefchnittenen Schenkels.

Auf die nehmliche Art ftellte ich auch bey gröfsern Laufkäfern (z. B. Car. coriaceus, *l*) nitens u. f. w.) Verfuche an. Da ich an den entblöfsten Schwanz des Krebfes Zink und Silber anbrachte, bemerkte ich fchwache zitternde Zufammenziehungen in demfelben. Auch bewegten fich die Füfse bey Anbringung diefer zwey Metalle an das erfte Glied, da wo es fonft mit dem Körper zufammenhieng, und alfo wie oben die Excitatoren mit den reizbaren Theilen und den Nerven in unmittelbare Berührung kamen. Auch in dem Herzen brachten, fo lange es noch freywillige Zufammenziehungen zeigte, Zink und Silber, die in Berührung mit demfelben und unter fich kamen, Zuckungen hervor. Allgemein gilt es, dafs alle diefe Bewegungen und Zufammenziehungen der Muskeln nur fchwach waren, und bey getrennten Theilen nicht lange, und überhaupt blofs durch die ftärkften Excitatoren erregt werden konnten. Damit erklärt fich auch, warum Herr Hofrath *Blumenbach* in einer Weidenraupe, und mein Freund Dr. *Autenrieth* in Skorpionen durch Zinn und Silber keine Zuckungen erregen konnten.

VI.

l) f. auch *Kielmeyer* a. a. O. S. 77.

1.4.41. Würmer.

VI.

Würmer.

Da diese so reizbaren Thiere auch durch eine blosse mechanische Berührung schon zu Zusammenziehungen ihres Körpers veranlasst werden, so war es nicht so leicht zu bestimmen, ob auch hier die Metalle vermöge eines eigenthümlichen Reizes wirken. Indessen war diess bey den nakten braunrothen Gartenschnekken (Limax atra) weniger zweifelhaft. Wenn ich sie nehmlich auf eine Silbermünze legte, und nun mit einer Zinkstange diese und denn die Schnekke berührte, so zog sie sich plötzlich an der Stelle der Berührung zusammen, und zwar in einem weit höhern Grade, als auf bloss mechanischen Reiz, oder einen schwächern Excitator von Kupfer, Eisen u. a. geschah. Berührte ich sie am vordern Ende des Körpers, so zog sie schnell ihre Fühlfaden und ihren ganzen Kopf zurück, und verkürzte sich sehr viel. An Würmern, gehäusten Schnekken konnte ich solche Erscheinungen, welche auf eine eigenthümliche Reizung durch die Metalle hindeuteten, weniger bemerken. *Fowler* bemerkte etwas ähnliches beym Erdwurm, bey dem eine schnelle und unwillkührliche Zusammenziehung von der durch Silber und Zink berührten Gegend nach dem Kopfe zu fort zu laufen schien. Doch beobachtete er dies nur einmal, wo auch stärkere mechanische Reizung ins Spiel kam, und bey Blutigeln gar nie. Diese so wie die Erdwürmer zogen sich schnell mit dem Ausdruck des höchsten Schmerzens

 zurück,

zurück, so oft sie mit ihrem Mund den Zink, auf dem ein Silberstück, über das sie krochen, lag, berührten *m*).

Versuche an Pflanzen.

Genauere Versuche an solchen Pflanzen, welche Spuren von Reizbarkeit zeigen, fehlen. Wenigstens kann man sich bey der sparsamen Nachricht von Versuchen, die *Schmuck* an Mimosen, Hedysarum gyrans und an solchen Pflanzen, die bey Nacht Leuchterscheinungen zeigen, z. B. Tropaeolum majus, Calendula officinalis, Tagetes patula, erecta, ohne Erfolg angestellt haben will, nicht beruhigen *n*). Auch Herr *Iberti* bemerkte keine Wirkung des Metallreizes auf die Pflanzen *o*).

m) a. a. O. S. 66 fg.

n) Scriptores nevrologici minores ex edit. *Ludwig*. Tom. III. S. 21.

o) Esprit des Journaux. 1794. Tom. III. Mars S. 210.

FÜNFTE

§ 5. Versuche über d. Erregung von Zuckungen in Muskeln, welche nicht der Willkühr unterw.

FÜNFTE ABTHEILUNG.

Verfuche über die Erregung von Zuckungen in Muskeln, welche nicht der Willkühr unterworfen find.

Dafs in allen der Willkühr unterworfenen Muskeln durch die gehörige Anwendung der Bewaffnungen Zuckungen erregt werden können, darinn ftimmen alle Verfuche überein *p*). Nur über die Fähigkeit der galvanifchen Reizmittel, das Herz zu Zuckungen zu reizen, herrfchte lange Zeit Irrthum und Widerfpruch, und nur erft den fortgefetzten Bemühungen, diefes neue Gebiet der Phyfik anzubauen, hat man es zu verdanken, dafs wir nun auch hierüber Gewifsheit haben.

Valli fand zuerft die Bewaffnung des 8ten Nervenpaars unfähig, das noch rauchende und warme Herz eines Hundes zum Pulfiren zu bringen *q*), und feine fortgefetzte Verfuche an dem Herzen von 4 andern Hunden und eines Pferdes waren ohngeachtet der Bewaffnung des N. phrenici, intercoftalis und octavi von keinem glücklichern Erfolge *r*).

p) *Volta* a. a. O. S. 140.

q) *Gren* a. a. O. S. 391.

r) Exper. S. 15. 16.

l. s. Vers. üb. d. Errey. v. Zuckungen

Volta gründete auf ſeine Verſuche den Allgemeinſatz, daſs in den Muskeln, welche nicht zu willkührlichen Bewegungen dienen, nehmlich in dem Herzen und den Muskelfaſern des Magens und der Eingeweide, durch den Metallreiz keine Zuſammenziehungen erregt werden können *s*).

Dieſe Behauptung *Voltas* erhielt eine mächtige Stütze durch die Verſuche einiger Deutſchen, vorzüglich des Herrn *Behrends*, der nie eine Veränderung in der natürlichen Bewegung des Herzens, und keine Zuſammenziehung in dem ruhenden Herzen bewirken konnte, er mochte nun das Hirn, Rückenmark, oder das Par vagum mit Zinn und Silber reizen, oder die groſsen Gefäſse, an welche die Herznerven laufen, mit Stanniol bewaffnen, und dieſen mit der Silber- oder Goldunterlage des Herzens in Berührung bringen, und zwar ſowohl an Hunden, Katzen, als auch an Fröſchen *t*). Hiemit ſtimmten auch die Verſuche meines Freundes des Herrn Dr. *Klein* überein *u*).

Dieſe zahlreichen Verſuche ſchienen alſo die Folgerung hinlänglich zu begründen, daſs das Herz für den Metallreiz unempſindlich ſey, und doch wird dieſelbe durch *Fowlers* und *Schmucks* Verſuche, mit denen auch die meinigen übereinſtimmen, hinlänglich widerlegt.

Auch

s) a. a. O. p. 140.

t) Diſſertatio qua demonſtratur cor nervis carere, in Scriptores neurologici minores. Tom. III. S. 20 fg.

u) Specimen inaugurale anatomicum ſiſtens monſtrorum quorundam Deſcriptionem. Stuttg. 1793. p. 38.

die Muskeln d. nicht d. Willkür unterworfen sind.

Auch *Fowler* glückten ſeine erſten Verſuche an mannichfaltigen warm- und kaltblütigen Thieren nicht, da er das Par vagum, den Intercoſtalnerven mit Stanniol bewaffnete, ſelbſt dieſen in Einſchnitte des Nerven ſtekte, um ihn mit der Subſtanz deſſelben in innigere Berührung zu bringen, und nun mit dem Silberexcitator bald den Nerven, bald das Herz und die Armatur berührte *v*). Den 18ten März 1793 glückte es ihm zum erſtenmal, in dem Herzen eines Froſches, deſſen freywillige Schläge ſchon aufgehört hatten, Zuſammenziehungen zu erregen, da er zwey Dräthe von Silber und Zink in einiger Entfernung vom Herzen an die Nerven- und Blutgefäſse deſſelben anbrachte. Lebhafter waren die Zuckungen, wenn beyde Metalle das Herz ſelbſt bewaffneten *w*). Dieſe Verſuche wurden wiederholt mit gleichem Erfolge auch an warmblütigen Thieren angeſtellt, ſelbſt wenn die beyden Metalle nicht unmittelbar an das Herz, ſondern nur an das Par vagum und den Intercoſtalnerven jeder Seite in ziemlicher Entfernung vom Herzen angebracht wurden, deſſen Bewegung, wenn ſie noch als freywillige fortdauerte, dadurch beſchleunigt, und wenn ſie aufgehört hatte, dadurch wieder hergeſtellt wurde *x*). Im Magen und den Eingeweiden konnte hingegen *Fowler* keine Zuſammenziehungen erregen, da er die Metalle nahe an den Plexus ſtomachicus und das Ganglion ſemilunare bey einer Katze anbrachte.

v) a. a. O. S. 69. 70.

w) a. a. O. S. 75. 76.

x) a. a. O. S. 78 — 81.

l. s. Vers. über d. Erreg. v. Zuckungen

Noch vor *Fowler* machte *Schmuck* (im October 1792), ähnliche Versuche mit gleichem Erfolge an dem Herzen von Schildkröten und Hennen, indem er dasselbe mit zwey sehr wirksamen Excitatoren Zink, und Silber oder Zink und Spiesglas, bewaffnete *y*). Diese Methode befolgte ich denn auch in meinen Versuchen. Da ich das Herz eines Frosches auf eine Zinkplatte brachte, und nun mit Gold, Silber, Kupfer, Spiesglas das Herz und dann die Zinkunterlage berührte, so zeigte sich jedesmal im Augenblicke der Berührung, selbst wenn die freywilligen Bewegungen des Herzens schon aufgehört hatten, eine Zusammenziehung desselben, ja selbst alsdann auch, wenn das Silber das Herz nicht unmittelbar berührte, sondern blos durch die blutige Feuchtigkeit, die das Herz umgab, hindurch auf den Zink aufgesetzt wurde. Auch hier schien der Metallreiz gleichsam die Irritabilität zu verstärken, indem, wenn das Herz schon in Ruhe gekommen war, und von dem Excitator einige Zusammenziehungen hervorgelockt wurden, jenes nun von selbst wieder ein paarmal pulsirte, und zwar hatte der Metallreiz mehreremal, so oft das Herz wieder nach einigen solchen freywilligen Zusammenziehungen in Ruhe kam, den nehmlichen Effekt. Auch im Herzen von Hunden und Tauben konnte ich durch unmittelbare Bewaffnung desselben mit Zink und Silber Zuckungen erregen. Ausser dem Zink, der aber fast mit allen andern Excitatoren Zuckungen zu erregen im Stande war,

wa-

y) *Götting. gel. Anzeig.* 1794. 30 St. p. 291.

in Muskeln d. [illegible] d. Wirkung unterworfen sind.

waren alle andere Armaturen, selbst Silber und Zinn, zu unwirksam. Ueberhaupt waren die Zusammenziehungen des Herzens nicht lebhaft, und konnten sehr frühzeitig nimmer erweckt werden, da die willkührlichen Muskeln auf den Metallreiz noch sehr heftige Zuckungen zeigten. Das nehmliche bemerkte auch *Fowler* bey Katzen z).

Dass die oben angeführten Männer keine Zuckungen im Herzen erregen konnten, rührte, wie nun deutlich erhellt, davon her; dass sie nicht genug wirksame Armaturen anwandten, und der Widerspruch ihrer Beobachtungen verliert somit alles Gewicht.

z) a. a. O. S. 79.

1. 6. Vers. üb. d. W. meph. Luftarten, Gifte etc.

SECHSTE ABTHEILUNG.

Versuche über die Wirkung mephitischer Luftarten, Gifte und verschiedener Veränderungen des thierischen Körpers auf die Reizbarkeit, sofern die Stärke derselben durch den Reiz der thierischen Elektrizität geprüft wird.

Ohngeachtet die mephitischen Luftarten und Gifte keine besondere und eigenthümliche Wirkung auf die thierische Elektrizität zu haben scheinen, sondern alle Veränderungen, die dadurch in der Wirksamkeit dieses Reizmittels hervorgebracht werden, ganz mit den Veränderungen in der Reizbarkeit, sofern dieselbe durch die Wirkung irgend eines andern Reizmittels gemessen wird, gleichlaufen, so dürfen doch die Erscheinungen, welche sie zeigten, nicht ganz übergangen werden, sofern die Lehre von der Reizbarkeit, deren Betrachtung mit einen Gegenstand dieser Abhandlung ausmacht, einigen Aufschluss dadurch erhält, indem es kein besseres und genaueres Prüfungsmittel der Stärke derselben, durch das auch schon die kleinste Veränderungen darin angezeigt werden, als den Reiz der Metalle giebt, und folglich dadurch vollkommener als bisher die Verschie-

1. b. 1. Wirkung d. mephitischen Luftarten und Dämpfe

denheiten der Wirkung mannichfaltiger Materien auf die Reizbarkeit erforscht werden können.

I.

Wirkung der mephitischen Luftarten und Dämpfe.

In inflammabler Luft, (aus Wasser, das durch einen glühenden Flintenlauf in Dampfgestalt ging,) lebten die Frösche mehrere, oft sogar über 24 Stunden. Sie geriethen in keine Convulsionen in derselben, sondern zeigten nur einige Unruhe, und starben zuletzt mehr an einer Betäubung *). Die inflammable Luft schien durch sie keine Veränderungen erlitten zu haben. Die Reizbarkeit schien nicht merklich vermindert worden zu seyn, wenigstens brachten die schwächern Excitatoren noch lebhafte Zuckungen hervor. Auch verlohren die abgesonderten Gliedmaassen ihre Reizbarkeit nicht schneller als in der atmosphärischen.

In

*) In allen nun zu erwähnenden Fällen wurde das Thier dann als todt angenommen, wenn das Athmen und die willkührlichen Bewegungen aufhörten. Dabey konnte also der Herzschlag noch fortdauern, wie es denn auch bekannt ist, dass bey ertrunkenen Thieren beyde Herzkammern sich noch einige Zeit zusammenziehen. Herr *Charles Kite* vom Ertrinken der Thiere, dessen Wirkungen auf die Lebensorgane, und dessen wahrscheinlichen Hülfsmitteln in den Merkw. Abhandlungen der zu London 1773 errichteten medic. Gesellschaft III. B. S. 151. Wahrer Tod ist freylich dieser Zustand nicht zu nennen, sofern man Abwesenheit aller Reizbarkeit zur nothwendigen Bedingung von jenem macht.

In fixe Luft gethan starben die Frösche nach wenigen Minuten wie betäubt und ohne Convulsionen. Das Herz war mit vielem dunklen Blute aufgetrieben, und bewegte sich nimmer freywillig, jedoch auf mechanische Reize und den Reiz der Metalle. Die Reizbarkeit in den übrigen Muskeln schien kaum geschwächt zu seyn, sofern sie sowohl durch den Reiz der Metalle, als durch mechanische Reize geprüft wurde.

In der Salpeterluft starben die Frösche unter heftigen Convulsionen. Das Herz bewegte sich nimmer freywillig. Schwächere Excitatoren waren ganz unwirksam, und nur die stärkern brachten Zuckungen hervor.

In der dephlogistisirten salzsauren Luft starben die Frösche in wenigen Minuten unter Convulsionen. Die Haut war etwas gebleicht. Das Herz schlug noch fort, und die Reizbarkeit schien eher vermehrt als vermindert zu seyn, indem selbst die schwächsten Excitatoren, z. B. Armaturen von einerley Metall, lebhafte Zuckungen hervorbrachten, und ich sogar bey einem in dieser Luftart getödteten Frosche durch eine einfache Armatur, nehmlich durch Berührung des Cruralnerven mit dem Ring einer Scheere, während ich mit der andern Hand die Gliedmaaße hielt, Zuckungen erregen konnte.

In Fröschen, die durch Schwefeldämpfe unter Convulsionen getödtet wurden, hatte alle Bewegung des Herzens aufgehört, und das Blut war bräunlich gefärbt.

Ueber die Wirkung verschiedener tödtlicher Luftarten stellte besonders *Valli* Versuche an, deren Resultate einiges eigenthümliche und von den meinigen abweichende zeigen.

Lufterarten und Dämpfe.

Die inflammable Luft, in welcher Vögel und Frösche, letztere ebenfalls erst nach mehrern Stunden, ihren Todt fanden, hatte auch in seinen Versuchen die Reizbarkeit kaum geschwächt. Das Herz schlug nach dem Todte noch fort. Die inflammable Luft wirkte nicht stärker bey der Blosslegung des Gehirns und Herzens. Auf die abgesonderte Gliedmaassen war die Wirkung der inflammablen Luft ebenfalls nur sehr schwach *a*).

In Salpeterluft fanden die Frösche schneller ihren Todt unter abwechselnden Convulsionen und Ohnmachten. Das Herz schlug nimmer oder wenigstens nur sehr schwach, und war von schwarzem Blut sehr ausgedehnt. Die Muskeln waren in einem Zustand von Spannung, die Bewegungen durch den Metallreiz nur sehr schwach. Bey 4 auf diese Art getödteten Fröschen beobachtete er folgende einer oben von mir bemerkten (XXXI. 3.) analoge Erscheinung, dass sich nehmlich die Gliedmaassen bey der ersten Berührung des Excitators mit Heftigkeit bewegten, und dann nach 4 oder 5 Schlägen unbeweglich blieben. Auch die abgesonderten Gliedmaassen sollen nach *Valli* in der nitrösen Luft schneller ihre Reizbarkeit verliehren als in der atmosphärischen.

Katzen, welche in Stickluft getödtet worden waren, gaben dieselben Spuren von thierischer Elektricität wie sonst *c*). Auch unterschied sich die Stickluft in ihrer Wir-

a) *Gren* a. a. O. S. 395. *Hufeland* a. a. O. S. 200. 201. 202. Experiments S. 96. 97.

b) *Hufeland* S. 202 — 204. Experim. S. 96 — 100.

c) *Gren* a. a. O. S. 396.

1. b. II Wirkung verschie–

Wirkung auf abgeſonderte Muskeln nicht von der atmoſphäriſchen.

In Rückſicht auf die beynahe vollkommene Zerſtöhrung der Reizbarkeit, ſofern der Metallreiz als Prüfungsmittel derſelben gebraucht wird, durch Erſticken der Fröſche in Schwefeldämpfen, kommen *Voltas d)* und *Vallis e)* Verſuche mit den meinigen überein.

II.

Wirkung verſchiedener Gifte.

Fröſche, die ich durch Auftröpfeln von bitterm Mandelwaſſer, nach der Vorſchrift des Hrn. *Dœlz f)* bereitet, auf ihr Gehirn und Einſpritzen in ihren Magen anſcheinend getödtet hatte, zeigten doch bey der Anwendung des Metallreizes lebhafte Zuckungen, und der nehmliche Fall war bey der Tödtung des Froſches durch eine wäſſerige Auflöſung von Mohnſaft, die aufs Gehirn oder in den Magen gebracht wurde, und zwar konnte ich in dieſem Falle keinen Unterſchied in der Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen der beyden Gliedmaaſsen, ohngeachtet ich den Cruralnerven der einen vorher entzwey geſchnitten hatte, bemerken. Ueberhaupt möchten auch die heftigſten Gifte, ohngeachtet der Tödtung des Thiers nie in dem Maaſse die Reizbarkeit zerſtöhren, daſs der Metall-

d) a. a. O. S. 48. 49.

e) *Gren* a. a. O. S. 395.

f) *J. C. Dölz* Neue Verſuche und Erfahrungen über einige Pflanzengifte, herausgegeben von *Ackermann*, S. 15.

Metallreiz ganz unfähig wäre, Zuckungen zu erregen, und alle Beobachtungen *Fontanas* über die gänzliche und plötzliche Vernichtung der Reizbarkeit durch gewiſſe Gifte gelten nur, ſofern mechaniſche Reize, die weit weniger wirkſam ſind, zur Erregung von Zuckungen angewandt werden, und das Nichterfolgen derſelben nun als ein Beweis des gänzlichen Mangels aller Reizbarkeit angeſehen wird.

Nach *Vallis* zahlreichen Verſuchen ſchwächte Opium in Subſtanz oder in Waſſer aufgelöſt an die nackte Cruralnerven angebracht nur langſam, und in einem geringen Grade die Fähigkeit der Gliedmaaſsen auf den Metallreiz Zuckungen zu zeigen, und merkwürdig war in dieſen Verſuchen der Umſtand, daſs Opium an die entblöſsten Nerven der Tibia angebracht auch aufwärts wirkte, indem bey der Bewaffnung des Cruralnerven und Gebrauch des Excitators ſich nun auch keine Zuckungen in den Schenkelmuskeln zeigten. Wie leicht übrigens hier ein Irrthum ſtatt finden konnte, erhellt leicht daraus, daſs, da das Opium überhaupt nur langſam *) wirkte, die Reizbarkeit ſchon von ſelbſt innerhalb der Zeit, die ſonſt das Opium zur vollkommenen Zerſtöh-rung

*) *Fontanas* zahlreiche Verſuche ſcheinen es ſogar auſser allen Zweifel zu ſetzen, daſs das Opium an die Stämme der Nerven z. B. oben an die Cruralnerven angebracht, denſelben nicht früher die Fähigkeit auf einen Reiz, Zuckungen in den Gliedmaaſsen zu erregen, raubt, als bloſses Waſſer. S. ſeine Abhandlung über das Viperngift. I. II. Theil. Aus dem Franzöſiſchen. 1787. S. 346.

1. 6. 11. Wirkung .. verschiedener

rung derselben nöthig hatte, in der ganzen Gliedmaasse erlöschen konnte, und nun mit Unrecht diese Wirkung dem Mohnsaft zugeschrieben wurde. Bey lebendigen Fröschen auf ähnliche Art an die Nerven der Tibia applicirt, machte das Opium die Gliedmaasse nicht paralytisch, und dieselbe zeigte auch bey der Anwendung des Excitators die gewöhnlichen lebhaften Zuckungen, da hingegen das Opium an die Cruralnerven auch bey lebendigen Fröschen gebracht, die Herrschaft der Willkühr über die Gliedmaasse, aber keineswegs die Fähigkeit auf den Metallreiz heftige Zuckungen zu zeigen zerstöhrte. An die Muskeln angebracht wirkte das Opium noch langsamer, und in manchen Fällen gar nicht merklich g).

Fowlers Versuche über die Wirkung des Opiums auf die Reizbarkeit, sofern der Metallreiz als Prüfungsmittel ihrer Stärke und Dauer gebraucht wurde, gaben folgende Resultate:

a) Bey Fröschen, denen vorher alles Blut weggelassen worden war, zeigten sich nach Einspritzung einer wässerigten Auflösung des Opiums in das Herz früher keine Zuckungen mehr durch die Metalle, als bey Fröschen, bey denen die Opiumsauflösung ebenfalls in das Herz eingespritzt wurde, denen aber das Blut nicht weggelassen worden war, und zwar waren bey den erstern die Zuckungen in der Gliedmaasse, deren Puls und Blutader, um die Verblutung zu bewirken, geöffnet worden

g) Exper. S. 76 — 81.

Gifte.

den waren, schwächer als in der andern Gliedmaasse, und hörten auch in jener eher auf *h*).

b) Weder die wässerigte noch die geistige Auflösung des Opiums waren im Stande, so schnell als einige Schriftsteller z. B. *Alexander* behaupteten, die Reizbarkeit der willkührlichen Muskeln zu zernichten. Die Frösche erholten sich gewöhnlich in weniger als einer Stunde von ihrer vollkommenen Unempfindlichkeit und Lähmung, und nach dieser Zeit dauerten ihre freywillige Bewegungen oft noch mehrere Stunden, und die Metalle waren mehrere Tage hindurch noch unwirksam *i*).

c) Bey Tödtung von Fröschen durch Aufgiessung von einer Auflösung von Opium auf das Gehirn zeigte jedesmal die Gliedmaasse, deren Nerve vorher unterbunden oder durchschnitten worden war, lebhaftere Zukkungen und länger als die andere Gliedmaasse, und zwar war dieser Unterschied in der Dauer oft von mehrern Stunden *k*).

d) Bey Anbringung der Auflösung des Opiums ans Gehirn waren die Zuckungen jedesmal auch schwächer in den Fröschen, denen vorher das Blut weggelassen worden war *l*), oder bey einem und demselben Frosche viel schwächer in der Gliedmaasse, deren Arterie mehrere Tage vor der Einspritzung des Opiums, in die Höhle des Gehirns und Rückenmarks unterbunden worden

 war,

h) a. a. O. S. 140 — 143.

i) a. a. O. S. 160.

k) a. a. O. S. 151 — 154.

l) a. a. O. S. 144. 145.

I. 6. iii. Wirkung andrer Todesarts

war, als in der andern *m*). Der nehmliche Unterschied in der Dauer und Lebhaftigkeit der Zuckungen in den zwey Gliedmaaßsen zeigte sich auch, wenn die Frösche durch Einspritzen des Opiums in den Magen getödtet wurden. Weniger auffallend war aber derselbe, wenn gleich nach der Unterbindung der Arterie das Thier durch das Opium getödtet wurde *n*).

Mit andern Giften, wie z. B. mit Arsenik, Schierling, Sublimat stellte *Valli* Versuche an Säugthieren an, und fand beyde erstere unfähig, das Entstehen der Zuckungen durch den Reiz der Metalle zu hindern, hingegen war durch den letztern alle Fähigkeit zu Zuckungen zerstöhrt *o*).

III.

Wirkung anderer Todesarten und Veränderungen des thierischen Körpers.

In der Gliedmaaße, durch welche der Schlag der verstärkten Elektricität geleitet wurde, war der Reiz der Metalle unfähig, Zuckungen zu erregen *p*).

Frösche, welche durch Zerreißsung des Gehirns convulsivisch, paralytisch, sogleich oder erst nach einigen Tagen, umgekommen waren, zeigten doch bey der Anwendung des Metallreizes lebhafte Zuckungen *q*).

Meh-

m) a. a. O. S. 146. 147.

n) a. a. O. S. 149 — 150.

o) Exper. S. 86 — 89.

p) *Grens* Journal VII. B. III. Heft. S. 331.

q) *Valli* Exper. S. 83. 84.

und Veränderungen der thier. Körper.

Mehrere Hühner und Kaninchen, die erſäuft worden waren, zeigten ebenfalls bey der Anwendung des Metallreizes lebhafte Zuckungen, und zwey Hühner wurden ſogar wieder ins Leben durch bloſse Bewaffnung der Nerven der Flügel und Erregung von Bewegungen in denſelben geweckt *r*).

Säugthiere, Vögel, welche am Brand umgekommen waren, oder den Hungertodt gelitten hatten, zeigten keine Zuckungen auf den Reiz der thieriſchen Elektricität *s*), ja im letztern Falle fand *Valli* die Erſchütterungen in den Flügeln von Hühnern ſehr ſchwach, da das Leben bald erlöſchen wollte, und ſie hörten drey bis vier Minuten vor dem Tode des Thiers gänzlich auf. Hier hatte alſo die thieriſche Elektricität einen ähnlichen Effekt, wie den oben bemerkten (XXXI.), d. h. ſie erſchöpfte die Reizbarkeit, und da kein neuer Erſatz mehr geſchah, ſo muſste alſo partieller Tod noch vor dem allgemeinen erfolgen. *Fowler* machte intereſſante Verſuche über den Antheil, den ſowohl die Nerven als auch das Blutgefäſsſyſtem an der Reizbarkeit haben, indem er ſich des Metallreizes zur Beſtimmung der Stärke derſelben bediente. Die Reſultate ſeiner Verſuche waren dieſe:

a) Bey Fröſchen, bey denen der eine Cruralnerve durchſchnitten, und welchen dann einige Tage hernach der Kopf abgenommen wurde, waren die Zuckungen

r) *Hufel.* S. 197. 198. Exper. S. 91 — 93.

s) *Valli* Exper. S. 104 — 109. *Hufel.* S. 213. 214.

§. 6. üb. Wirkung anderer Todesarten u. Zuständ. d. thier. Körpers.

in der Gliedmaaſse mit durchſchnittenem Nerven nicht merklich ſchwächer als in der andern *t*).

Wurden die Fröſche erſt Wochen und Monate nach der Durchſchneidung des einen Cruralnerven getödtet, ſo zeigte doch nun die andere Gliedmaaſse einen merklichen Vorzug in Lebhaftigkeit und Dauer der Zukkungen *u*).

b) Viel ſchneller und merklicher war die Verminderung der Reizbarkeit durch Unterbindung der Arterie der einen Gliedmaaſse, und dieſe Schwächung in derſelben in Vergleich mit der andern zeigte ſich ſchon 4 Stunden nach der Unterbindung, ſelbſt wenn in dieſer andern der Nerve zur nehmlichen Zeit durchſchnitten worden war *v*).

So wie nun mit der Verminderung des Kreislaufes in der Gliedmaaſse eine verhältniſsmäſsige Verminderung in der Muskelkraft einzutreten ſchien, ſo ſchien umgekehrt mit der Vermehrung eine ähnliche Vermehrung in der Reizbarkeit zu coexiſtiren, indem bey lebendigen Fröſchen in entzündeten Schenkeln durch die bloſse Muskelbewaffnung Zuckungen erregt werden konnten, da dieſs in den vorher geſunden Schenkeln nicht möglich geweſen war *w*).

t) a. a. O. S. 109 — 111.

u) a. a. O. S. 112. 117.

v) a. a. O. S. 122 — 126.

w) a. a. O. S. 129.

ZWEYTER

ZWEYTER ABSCHNITT.

Versuche über die Erregung von eigenthümlichen Empfindungen durch die thierische Elektricität.

ERSTE ABTHEILUNG.

Von der Wirkung der thierischen Elektricität auf das Geschmacksorgan.

Merkwürdig und überraschend sind die Wirkungen des an verschiedene Sinnorgane angebrachten Metallreizes. Die Zunge mit ihren empfindlichen und gleichsam bloſsgelegten Nervenwärzchen ist besonders empfänglich für die Wirkung dieses Reizes.

1. Ich brachte an die obere Fläche meiner Zunge gegen die Spitze zu eine Silbermünze, und an die untere Fläche auf gleiche Art ein Stück Zink. Im Augenblicke der Berührung beyder Metalle unter einander spührte ich einen stechenden, brennenden höchst unangenehmen Geschmack, der fortdauerte so lange beyde Metalle mit einander in Berührung blieben, und sogar an Stärke zuzunehmen schien. Hiebey verdient bemerkt zu werden, daſs wegen der Beweglichkeit der Zunge

II. 1. Von de Wirkung d. [illegible]. El.

zwiſchen beyden Belegungen auch dieſe nicht wohl in genauer inniger Berührung mit einander bleiben konnten, ſondern immer gelind über einander bewegt werden muſsten, und daſs alſo die Dauer und ſelbſt die Verſtärkung der Wirkung ganz analog mit einer Erſcheinung bey den Zuckungen iſt (XIX. 2.). Noch lange nachher, als ich die Metalle ſchon entfernt hatte, hatte ich ein Gefühl in meiner Zunge wie wenn ſie verbrannt wäre.

2. Bey Bewaffnung der Zungenſpitze oben oder unten mit Zink konnte übrigens das Silber einen beliebigen Theil der Mundeshöhle, die Mitte der Zunge, die innere Seite der Wangen, den Gaumen, das Zahnfleiſch, die Lippen berühren, ſo zeigte ſich jedesmal jener eigenthümliche Geſchmack, nur in ſchwächerem Grade, als wenn das Silber ebenfalls die Zungenſpitze bewaffnete. Bey der umgekehrten Vertheilung, wenn nun das Silber die Zungenſpitze, und der Zink einen ſolchen Theil bewaffnete, fühlte ich nichts, oder war wenigſtens die Empfindung dann, wenn der Zink an die Mitte der Zunge angebracht wurde, nur ſehr ſchwach. Der eigenthümliche Geſchmack zeigte ſich ebenfalls nur in geringerm Grade, wenn ich die Zungenſpitze in ein Glas Waſſer tauchte, und nun den Zink, der die Oberfläche des Waſſers berührte, mit einer Silbermünze, welche die Mitte der Zunge bewaffnete, in Berührung brachte.

3. Ich bediente mich ſtatt des Zinks und Silbers verſchiedener anderer Metalle, und fand durchaus die Bemerkung beſtätigt, daſs die Lebhaftigkeit der Geſchmacksempfindung (deren Beurtheilung freylich ſchwe-

rer

rer ist, und die Berichtigung entbehrt, welche bey den Zuckungen von der Dauer der Zeit hergenommen werden kann), gerade auch bey Anwendung solcher Armaturen zunahm, die auch lebhaftere Zuckungen erregen, und umgekehrt. Dabey war die Zunge kein so empfindliches Organ für den Reiz der Metalle, als der Muskel, indem gewisse Armaturen noch in diesem Zuckungen erzeugten, die keine Spur jener eigenthümlichen Geschmacksempfindung erregten. So waren zweyerley Armaturen von gleichem Metall ganz unwirksam, und eben so auch zweyerley Metalle, die in den obigen Tafeln für die Stärke der Wirkung einander zunächst stehen, z. B. Gold und Silber, diese beyde und Kupfer, Zinn und Bley u. d. g. Beym Gebrauche schwächerer Armaturen als des Zinks und Silbers, z. B. des Zinns, Bleys mit dem Silber, war der Geschmack nicht immer so brennend, sondern oft mehr salzigtsauer. Braunstein, die Erze wirkten mit dem Zink, Bley und Zinn selbst noch besser als das Gold, Silber u. s. w. Queckfilber verhielt sich gegen die übrigen Armaturen wie das Bley. Stahl erregte sowohl mit dem Gold, Silber, den Erzen, als auch mit dem Zink, Zinn, Bley eine merkliche Empfindung.

4. Auch hier hatte die Vertheilung der zweyerley Armaturen einen merkwürdigen Einfluss auf die Stärke der Empfindung, ganz analog jenem, der oben bey den Zuckungen (XXVII) bemerkt worden ist, indem jedesmal dasjenige Metall, was in jenen Versuchen als Nervenarmatur am besten gewirkt hatte, auch hier als Armatur der Zungenspitze, (während das andere Metall die Mitte

der Zunge oder irgend einen andern Theil der Mundeshöhle bewaffnete), die Lebhaftigkeit der Empfindung beförderte, da bey umgekehrter Vertheilung die Empfindung entweder ganz unmerklich oder wenigſtens weit ſchwächer war, wie dieſs ſchon vom Zink und Silber angemerkt worden iſt, und ganz auf gleiche Art für die Armaturen von Zinn oder Bley mit Silber oder Gold u. ſ. w. gilt, indem ſich auch hier die Empfindung nur dann zeigte, wenn erſtere Metalle die Zungenſpitze bewaffnete. Wurden beyde Armaturen an die Zungenſpitze angebracht, ſo war es gleichgültig, welche von beyden oben oder unten ſich befand.

5. Auſser den angezeigten Umſtänden hatten noch verſchiedene andere einen Einfluſs auf das Erſcheinen und die Lebhaftigkeit der Geſchmacksempfindung, z. B. Etwas, was ich Idioſynkraſie nennen möchte, indem die Zungen von einigen Perſonen für dieſen Reiz, auch wenn er ſehr wirkſam angewandt wurde, ganz unempfindlich waren *), die Temperatur der Metalle ſowohl als der Zunge, indem die Geſchmacksempfindung kaum erregt wird, wenn die Metalle oder die Zunge ſo ſehr erhitzt oder abgekühlt werden, als dieſe es wohl vertragen kann, die Zeit, in welcher die Verſuche angeſtellt werden, indem gleich nach dem Genuſs der Speiſen die Empfindung lebhafter iſt u. d. g.

Schon in *Sulzers* nouvelle Theorie des plaiſirs 1767. S. 155. findet ſich dieſer Verſuch, nach welchem man nehm-

*) ſ. auch *C. Himly* Commentatio Mortis hiſtoriam, cauſas et ſigna ſiſtens. S. 68.

nehmlich bey Berührung der Zunge mit Bley und Silber, die mit einander verbunden sind, einen Geschmack wie den von Eisenvitriol empfinden soll *x*). *Volta* war aber der Erste, der denselben mit den *Galvanischen* Versuchen zusammen gehängt hat *y*). Nach ihm wurde der Versuch von verschiedenen Naturforschern wiederholt. Ueber die Beschaffenheit dieser Geschmacksempfindung hat sich der Witz derselben sehr verschieden ausgedrückt. Vielleicht mag aber die Verschiedenheit der Bezeichnung nicht blofs von der Verschiedenheit ihres Witzes, sondern auch wirklich von der Verschiedenheit der gehabten Empfindung, sofern wenigstens in meinen Versuchen eine solche mit Verschiedenheit der äufsern Umstände eintrat, abhängen. *Volta* nennt den erregten Geschmack (beym Gebrauche von Stanniol und Silber) einen säuerlichen und vergleicht ihn mit dem, welchen die am Ende eines elektrisirten Konduktors ausströhmende elektrische Materie erregt. Er will aber einen verschiedenen Geschmack nach Verschiedenheit der Vertheilung beyder Armaturen, nehmlich einen alkalischen, scharfen, sich dem bittern nähernden empfunden haben, da er die Silberbelegung auf die Zungenspitze, auf die Mitte derselben aber das Zinn brachte, im umgekehrten Falle aber eben jenen säuerlichen. Diesem widersprechen aber gerade zu meine und mehrerer anderer Personen Erfahrungen, denen zufolge der alkalinische Geschmack nur ein schwächerer säuerlicher war.

Herr

x) Göttinger Taschenkalender. 1794. S. 186.

y) a. a. O. S. 149.

Herr Hofr. *Lichtenberg* z) und *Creve* a) beſchreiben dieſen Geſchmack als zuſammenziehend und ſäuerlich. *Hecker* b) nennt denſelben merklich ſauer. Beyde letztere bedienten ſich des Silbers und Stanniols, erſterer ſtatt dieſes des Bleys, und hatte dabey ſchon das Gefühl, wie wenn er ſich die Zunge etwas verbrannt hätte. Auch Herr Pr. *Kielmeyer* vergleicht dieſe Geſchmacksempfindung mit der Nachempfindung beym Verbrennen der Zunge, und giebt ihr noch beſonders die Prädicate eines Salz- Sauren- oder Elektrizitäts-Geſchmacks c). *Fowler* will zwar auch einen ſäuerlichen Geſchmack empfunden haben, jedoch nennt er ihn ganz verſchieden von dem ſäuerlichen Geſchmack, den die gemeine Elektricität errege, und bemerkt, daſs er immer mit dem ſogenannten metalliſchen Geſchmack begleitet ſey d). *Robiſon* findet die erregte Empfindung mehr einem Stechen als einem eigentlichen Geſchmack ähnlich, und den Eindruck, den ſie hinterlaſſe, vergleicht er mit dem des ätzenden Alkali. Er hatte auch dieſe Empfindung, wenn das Silber an die Augenlieder, in das Ohr, die Harnröhre oder den After gebracht wurde e). Mit dem Bley fand *Lichtenberg* das Silber am wirkſamſten, weniger das Gold, Eiſen, Zinn, Bley, Kupfer und Meſ-

ſing

z) *Grens J.* VI. B. III. St. S. 415.

a) a. a. O. S. 42.

b) a. a. O. S. 112.

c) *Grens* J. VIII. B. I. St. S. 65.

d) a. a. O. S. 82.

e) *Fowler* Exper. a. a. O. S. 170. 171.

auf der Gesichtssinn Organ.

ſing war in ſeinen Verſuchen mit dem Bley ganz unwirkſam *f*). Mit dem Stanniol fand *Kielmeyer* das Gold am wirkſamſten, weniger das Silber und das Kupfer, und den Meſſing und das Zinn, überhaupt zweyerley gleichartige Armaturen gar nicht. Mit dem Eiſen erregten ebenfalls Silber, Gold und Queckſilber die Empfindung *g*). Zink und Gold fand *Fowler* am wirkſamſten, nach dieſen Zink und Silber oder Waſſerbley *h*).

f) a. a. O. S. 415.

g) S. 66. 67.

h) a. a. O. S. 83.

ZWEYTE

II. 2. V. d. Wirkg d. thier. Elektr.

ZWEYTE ABTHEILUNG.

Von der Wirkung der thierischen Elektricität auf das Gesichtsorgan.

Nicht weniger merkwürdig in ihren Resultaten, als die bisher erzählten Versuche, sind jene über die Wirkung der thierischen Elektricität auf das Gesichtsorgan.

1. Ich brachte an dem innern Winkel meines Auges eine Zinkstange in Berührung mit dem Augapfel, und eine Silbermünze mit den Lippen. Im Augenblicke der Berührung der beyden Metalle unter einander, hatte ich das Gefühl eines lebhaften blitzähnlichen Leuchtens in dem vom Zink berührten Auge. Dieses Gefühl erneuerte sich bey jeder neuen Berührung der beyden Armaturen unter einander, dauerte aber nicht bey der fortdaurenden Verbindung derselben unter einander fort. Es zeigte sich ebenfalls, wenn das Silber die Zunge oder einen beliebigen Theil der innern Mundeshöhle berührte, und selbst auch alsdann, wenn es blos durch Wasser in einem Glase, in das ich die Lippen tauchte, mit diesen in Verbindung stand. In der Dunkelheit der Nacht war dies blitzähnliche Leuchten viel lebhafter als bey hellem Tage, doch war es auch alsdann merklich. Dieses Leuchten zeigte sich eben so, jedoch schwächer, wenn

der

auf der Gesichtsorgan.

der Zink an die Lippen oder die Zunge, und das Silber an den Augapfel gebracht wurde. In letzterm Falle fühlte ich zugleich den Schein im Auge und den säuerlichten Geschmack auf der Zunge. Eine unmittelbare Berührung beyder Metalle unter einander war nicht gerade zur Erregung jener Empfindung nöthig, sondern sie entstand auch alsdann, wenn man sie durch einen beliebigen Körper, der sich in den obigen Versuchen (XII — XV.) als einen Excitator der thierischen Elektricität bewiesen hatte, verband. Die Verbindung durch irgend einen andern Körper, Leiter oder Nichtleiter der Elektricität war hingegen unwirksam.

2. Da ich im innern Augenwinkel das Silber an den einen und den Zink an den andern Augapfel anbrachte, so zeigte sich nun im Augenblicke der Berührung beyder Metalle unter einander das blitzähnliche Leuchten in beyden Augen, doch schien es lebhafter in dem Auge zu seyn, das vom Zink berührt wurde.

3. Da ich ein Zinkstück so hoch als möglich zwischen die Oberlippe und das Zahnfleisch, und eben so eine Silbermünze so tief als möglich zwischen die Unterlippe und das Zahnfleisch brachte, so schien nun im Augenblicke der Berührung beyder Metalle ein Blitz über das ganze Gesicht zu fahren. Dieser helle Schein schien gleichsam von den Schläfen herzukommen, und wurde ebenfalls etwas lebhafter in der Dunkelheit der Nacht als bey hellem Tage, bey geschlossenen Augen fast so gut als bey offenen bemerkt. Andere Personen sahen auch in der gröſsten Dunkelheit bey der Berührung beyder

Metal-

Metalle unter einander keinen folchen Schein über mein Geficht fahren; kurz keine Spur von Leuchten.

4. Der nehmliche lebhafte über das ganze Geficht fich verbreitende Schein zeigte fich auch, wenn beyde Metalle an die innern Seiten meiner Wangen angebracht wurden, und zugleich fühlte ich fehr lebhaft den fäuerlichen Gefchmack, wenn die Metalle zugleich die Ränder meiner Zunge, befonders gegen die Spitze zu, berührten.

5. Statt des Zinks und Silbers bediente ich mich auch verfchiedener anderer Excitatoren der thierifchen Elektricität, und fand ihre Wirkfamkeit, jene Empfindung im Auge überhaupt und mehr oder weniger lebhaft zu erregen, ganz mit ihrer Wirkfamkeit bey der Erregung von Zuckungen gleichlaufend. So wirkte z. B. Silber mit Zinn und Bley weit fchwächer, als mit Zink, und mit Gold, Kupfer, Eifen, Wismuth war es ohne allen Effekt. Ganz wie das Silber verhielten fich auch die Kohle, das Gold, die Platina. Lebhafter als diefe fchienen mit dem Zinn, Bley, Zink, die metallifchen Erze, der Braunftein zu wirken; hingegen wirkten mit Zinn und Bley das Kupfer, der Wismuth, das Eifen gar nichts, und mit Zink nur fchwach. Um jene Empfindung hervorzubringen, war es nicht nöthig, dafs fich beyde Armaturen einander unmittelbar berührten, fondern eine Verbindung derfelben durch irgend einen metallifchen Drath oder irgend einen Excitator hatte den nehmlichen Effekt. Auch hier hatte die Berührungsart der Excitatoren unter einander den nehmlichen Einflufs auf die Lebhaftigkeit der Empfindung, wie oben auf die Leb-

haftig-

auf der Geſichtsorgan.

haftigkeit der Zuckungen (XIX). Endlich ſchien auch hier die Lebhaftigkeit der Empfindung mit der Gröſse der Berührungsfläche zwiſchen den Metallen und den feuchten thieriſchen Theilen zuzunehmen.

Aehnliche Verſuche ſtellten auch *Volta*, *Fowler* u. a. an, und erſterem verdanken wir dieſe Entdeckung, ſo wie dem letztern vorzüglich die Vervollkommnung und Erweiterung derſelben. *Volta* ſtellte vorzüglich die Verſuche 1 und 2 an, aber nur mit der kleinen Abänderung in der Verfahrungsart, daſs er an den Augapfel ein in warmes Waſſer eingetauchtes Pölſterchen druckte, und an dieſes die Metallplättchen brachte *i*). *Georg Hunter* verdanken wir den dritten Verſuch. Bey Anſtellung deſſelben wollte *Fowler* ein Gefühl von Wärme ſich über die ganze Oberfläche der Zunge von ihrer Wurzel zu ihrer Spitze verbreitend bemerkt haben. Dr. *Rutherfort* fühlte auch den blitzähnlichen Schein, im Augenblicke, wenn beyde Metalle auſſer Berührung mit einander kamen *k*), und auf gleiche Art auch Prof. *Robiſon* in Edinburg bey Anſtellung des vierten Verſuchs und zugleich einen convulſiviſchen Schmerz in den Theilen, welche die Metalle berührten. Eben dieſer bemerkt auch, daſs die Lebhaftigkeit des Blitzes mit der Gröſse der Berührungsfläche zwiſchen dem Silber und den innern Theilen der Mundshöhle oder dem Augapfel zunahm *l*).

Fow-

i) a. a. O. Vorrede S. 6. 7.

k) *Fowler* S. 90. 91,

l) a. a. O. S. 171. 175.

Fowler fand Zink und Gold wirksamer, als Zinn und Silber, und bey entzündetem Auge die Empfindung weit lebhafter. Auch dann, wenn er einen Silberdrath so hoch als möglich in die Nase brachte, um den Nasalzweig des 5ten Paars, der vorzüglich auch zum Ganglio Ophthalmico Zweige giebt, das, wie bekannt, die Choroideam und Uveam versieht, zu bewaffnen, bemerkte er ein sehr lebhaftes Leuchten bey der Berührung des Silberdraths mit einem Zinkstücke auf der Zunge, und zugleich sahen die Umstehenden, bey jeder Berührung der Metalle unter einander, seine Pupille sich etwas zusammenziehen, was seine Versuche an andern ihm vollkommen bestätigten *m*). Prof. *Ludwig* spricht nur von einer pulsirenden Bewegung, welche im Auge empfunden wird, wenn man einen an das Weisse desselben gebrachten Silberdrath mit dem die Lippen berührenden Zink verbinde *).

m) a. a. O. S. 87 — 89.

*) Scriptores nevrol. Tom. III. S. 340.

H. 3. V. d. Wirkung d. thier. Elektr. auf andere Sinnorgane

DRITTE ABTHEILUNG.

Von der Wirkung der thieriſchen Elektricität auf andere Sinnorgane.

1. Auf das Gehörsorgan ſchien die thieriſche Elektricität, nach *Fowlers* Verſuchen, einige Wirkung zu haben, indem er eine unangenehme Kopferſchütterung empfand, da er Zinn und Silber in den äuſsern Gehörgang auf beyden Seiten brachte, und mit einander durch einen Meſſingdrath verband *u*).

2. Auf den Geruchs- und Gefühlsſinn, ſelbſt wenn die Metalle, um den letztern zu reizen, an ſolche Theile angebracht wurden, die ſich durch groſse Empfindlichkeit vor allen andern auszeichnen, hatten dieſelben keine Wirkung.

3. Anders verhält ſich die Sache bey krankhaft verſtärkter Empfindlichkeit und bey entblöſsten Nerven. *Robiſon* hatte nehmlich ein ſchmerzhaftes Gefühl in der Wunde eines Fingers, ſo oft er den Zink, den er in dieſelbe gebracht hatte, mit einer breiten Silberbewaffnung der Zunge in Berührung ſetzte. Eben ſo fühlte

u) a. a. O. S. 85.

er einen ſehr heftigen Schmerz in einem Zahne, der ihm ſonſt auch Weh verurſacht hatte, wenn ein Zinkdrath, den er in die Höhle deſſelben brachte, mit einer Silberbewaffnung der innern Seite der Wange oder der Zunge in Berührung kam. Wurde das Silber auf einen trockenen Zahn aufgeſetzt, ſo hatte er jenes ſchmerzhafte Gefühl nicht, ſo wie auch alsdann nicht, wenn das Silber erſt den Zink und dann die Zungenſpitze berührte, hingegen, jedoch in einem geringern Grade, dann, wenn die beyden Metalle auſser Berührung mit einander kamen *o*).

Hecker berührte das Innere eines hohlen ſehr empfindlichen Zahns, die Oberfläche ſchmerzhafter Geſchwüre, das Innere der nach einem Tripper ſehr empfindlichen Harnröhre und andere ſehr empfindliche Theile mit Stanniol und Silber, ohne dadurch eine merklichere Empfindung, als von jeder mechaniſchen Berührung, zu erregen *p*). Man ſieht alſo hieraus, daſs auch bey krankhafter Empfindlichkeit doch nur die ſtärkſten Excitatoren einen fühlbaren Reiz machen.

4. Wenn bey der Zubereitungsart von III. durch den auf die Cruralnerven wirkenden Metallreiz Zuckungen in den hintern Gliedmaaſsen erregt wurden, verkündigte der Froſch den ſchmerzhaften Eindruck der Metalle durch die gröſste Unruhe und die lebhafteſte will-

kühr-

o) *Fowler* S. 172 fg.

p) a. a. O. S. 111. 112.

auf andere Sinnorgane.

kührliche Bewegungen, und er konnte auf dieſe Art lange Zeit hindurch aus der Ruhe, in die er gewöhnlich gleich wieder verſank, und die er, wenn er nicht gereizt wurde, nur ſelten unterbrach, wieder geriſſen, und zu gewaltſamen Verdrehungen ſeines ganzen Körpers veranlaſst werden. Auch alsdann, da ich den einen Cruralnerven dicht an den Muskeln unterband, und auf dieſe Art das Entſtehen der Zuckungen in ſeiner Gliedmaaſse hinderte (VIII. 2.), verkündigte jedesmal der Froſch den heftigen Schmerz, den er bey der Berührung der Zinkarmatur dieſes Nerven durch eine an den Schenkel angebrachte Silbermünze fühlte, durch auſserordentliche Verdrehungen aller ſeiner Gliedmaaſsen, des Kopfes, der Augen. In dieſem Falle hatte aber auch der Nerve oberhalb ſeinem Bande ſeine gewöhnliche Empfindlichkeit behalten, ohngeachtet ſeiner Reizung keine Zuckung in den Muskeln, in die er ſich verbreitete, entſprach.

Bey häufiger Wiederholung dieſes Verſuchs ſahe ich jedesmal im Augenblicke der Berührung beyder Metalle ſchwache Zuckungen längſt dem Rückgrate hinauf entſtehen, die ſich ſogar oft bis in die Arme erſtreckten, und die ganz unterſchieden von den heftigen willkührlichen Bewegungen, die erſt eine kurze Zeit nach der wechſelsweiſen Berührung beeder Metalle erfolgten, zu ſeyn ſchienen. Dieſe Erſcheinung verdient beſondere Aufmerkſamkeit, da hier der Metallreiz, der ſonſt immer nur in den Muskeln, in die ſich der Nerve unterhalb der gereizten Stelle verbreitet, Zuckungen erregt, aufwärts zu wirken ſchien. Dieſe Zuſammen-

 zie-

ziehungen zeigten ſich nicht, wenn der Cruralnerve nicht unterbunden war, und alſo Zuckungen in ſeiner Gliedmaaſse erregt wurden. Auch *Fowler* beobachtete Zuckungen in den Muskeln längs des Rückgrats, wenn er die Cruralnerven, von denen er aber nach unten alle Muskeln weggeſchnitten hatte, mit zwey Metallen berührte, die ſich ebenfalls nicht zeigten, ſobald durch dieſe Berührung Zuckungen in den Gliedmaaſsen, die nun nicht getrennt worden waren, erregt wurden *q*).

q) a. a. O. S. 99.

III. 1. Beyträge zu d. Vers. üb. d. Wirkung versch. Excitatoren, welche zu Ableitern von d. Nervenarm. zu d. Muskeln gebr. werden.

DRITTER ABSCHNITT.

ZUSÄTZE ZU DEN VERSUCHEN ÜBER DIE ERREGUNG VON ZUCKUNGEN DURCH DIE THIERISCHE ELEKTRICITÄT.

I.

Beyträge zu den Versuchen über die Wirkung verschiedener Excitatoren, welche zu Ableitern von der Nervenarmatur zu den Muskeln gebraucht werden.

Oben sind an verschiedenen Orten (III. S. 16. 17. 18. XXIII. S. 57. 58. 59. XXIV. S. 62. 63.) Versuche über den Einfluss, welchen verschiedene Ableiter von der Nervenarmatur zu den Muskeln auf das Erscheinen und die Stärke der Zuckungen haben, angeführt worden. Meine fortgesetzten Versuche über diesen Gegenstand zeigten mir noch folgende merkwürdige Erscheinungen, welche zugleich zur Bestätigung anderer wichtiger Phänomene dienen.

1) Für die Silber- Gold- und Platinaarmaturen ist zwar der Effekt, den beym Gebrauche der Erze als Excitatoren Ableitungen von Zink, Bley, Zinn haben, an-

III. V. Beytr. z. d. Vers. über d. Wirkung d. Nervenarmatur &c.

geführt worden (S. 62. 63.). Nun verdient aber auch noch die Wirkung dieſer Ableitungen beym Gebrauche anderer Excitatoren, ſo wie die Wirkung anderer Ableitungen eine nähere Betrachtung. Beym Gebrauche des Kupferexcitators hörten ſogleich alle Zuckungen auf, wenn zu Ableitern von jenen Nervenarmaturen aus zu den Muskeln, welche das Kupfer bewaffnete, der Wismuth, das Eiſen, und das Zinn gebraucht wurden. Eine Ableitung durch Zink hingegen hatte den merkwürdigen Erfolg, daſs ſich nun die lebhafteren Zuckungen im Augenblicke des Aufhörens der Berührung zwiſchen dem Kupfer und jenen Armaturen zeigten, hingegen nur ſehr ſchwache im Augenblicke der Berührung, wenn dieſe mit einiger Gewalt geſchah. Doch auch hier waren die Zuckungen am lebhafteſten beym gelinden Hin- und Herbewegen des Kupfers auf den Nervenarmaturen. Indeſſen ſchwächte auch die Ableitung durch Zink den Effekt, ſofern ſich lebhaftere Zuckungen und länger durch den Kupferexcitator bey Entfernung derſelben erregen lieſsen. Für die Excitatoren von Wismuth, Eiſen, Zinn hatte die Ableitung durch Zink die nehmliche Wirkung. Beym Gebrauche der zwey erſtern hörten bey der Ableitung durch Zinn die Zuckungen ganz auf. Sie ſelbſt, ſo wie das Kupfer, als Ableiter gebraucht ſchwächten hingegen nur den Effekt für die Excitatoren von Zinn und Zink. Ableitungen durch Erze von jenen Nervenarmaturen aus zu den Muskeln brachten durchaus Verſtärkung der Wirkung beym Gebrauche aller jener Metalle, (des Kupfers, Wismuths, Eiſens, Zinns, Zinks), als Excitatoren hervor; beſonders merklich

war

Excitator. welche zu Ableiten von d. Muskeln gebraucht werden.

war aber jene Verstärkung bey der Ableitung durch Braunstein, mit dem besondern Erfolg, dass sich nun die lebhafteren Zuckungen im Augenblicke des Aufhörens der Berührung jener Excitatoren mit den Nervenarmaturen zeigten. Kupfer, Wismuth, Eisen, Zinn, die, für sich allein gebraucht, im Anfange die lebhafteren Zuckungen im Augenblicke der Berührung mit jenen Nervenarmaturen, und keine, wenn diese aufhörte, sondern in diesem Falle nur bey der Ableitung durch Zink oder Braunstein zeigten, schienen doch zuletzt, da die Reizbarkeit schon sehr erschöpft war, und die Zuckungen immer schwächer wurden, dieselbe lebhafter und endlich nur allein im Augenblicke des Aufhörens des Contacts zu erregen.

Schon aus diesen Versuchen erhellt die Unrichtigkeit der obigen Behauptung (S. 61.), dass die Ableitung durch Zink bey allen Nervenarmaturen jedesmal den Effekt verstärke. Sie verstärkt ihn nur dann, wenn der gebrauchte Excitator mit dem Zink als Nervenarmatur gebraucht stärker wirken würde, als er mit der Nervenarmatur, von welcher aus der Zink eine Ableitung macht, wirkt, und wenn zugleich die Nervenarmatur gegen den Excitator das nehmliche Verhältniss, das sich durch den Einfluss der Vertheilung offenbart, hat, wie der Zink, der bekanntlich als Nervenarmatur mit allen Excitatoren besser wirkt, als wenn diese den Nerven bewaffnen, und der Zink an die Muskeln angebracht wird.

2) Bey der Zinnarmatur und Verbindung der Excitatoren von Eisen, Wismuth, Kupfer wurde der Effekt durch Ableitungen von Silber, Gold, magnetischem

 Eisen-

III. 1. Beyträge z. d. Vers. üb. d. Wirkung versch. Excit. etc. z. Abl. v. d. Narm. z. d. M. gebr. wurd.

Eisenstein sogleich aufgehoben. Eine Ableitung durch Braunstein hatte hingegen die Folge, dass sich nun die lebhafteren Zuckungen im Augenblicke des Aufhörens des Contacts zeigten, da ohne dieselbe jene Excitatoren in diesem Falle gar keine erregten. Indessen schwächte die Ableitung durch Braunstein für alle jene Excitatoren, und besonders auch für das Gold, Silber, den Effekt, die zwar auch einige Zeit hindurch beym Gebrauche des Braunsteins zum Ableiter Zuckungen im Augenblicke des Aufhörens der Berührung, aber noch lange nachher sehr lebhafte bloss bey der Berührung erregten, wenn diese Ableitung, die nun allen Effekt verhinderte, weggeräumt wurde. Beym Gebrauche des Zinns und Zinks als Excitatoren vermehrte hingegen die Ableitung durch Braunstein die Wirkung sehr auffallend, und zwar zeigten sich nun ebenfalls die lebhaftesten Zuckungen, wenn die Berührung des Zinns und Zinks mit der Zinnarmatur aufhörte, oder auch beym gelinden Hin- und Herreiben auf derselben.

Die Armaturen von Arsenik, Spiesglas, Eisen zeigten unter ähnlichen Umständen ganz das nehmliche Verhalten wie die Zinnarmatur.

Die Armaturen von Kupfer, Wismuth verhielten sich mit kleinen Abänderungen wie die Armaturen von den edlen Metallen —. Jene Excitatoren, welche als Ableiter zu den Muskeln gebraucht die Wirkung verstärkten, hatten den nehmlichen Effekt, wenn sie bloss auf die Nervenarmatur gelegt, und nun mit den Muskeln oder selbst bloss mit dem Theile des Nerven, der auf der Armatur lag, durch ein nasses Schwammstück in Verbin-

dung

III. 2. Beytr. z. d. Vers. üb. d. Wirkung versch. Ableit. v. d. Schwammunterlage d. Nerven bis zu den. Muskeln

dung gebracht wurden, doch war in letzterm Falle die Verſtärkung weniger beträchtlich, und unter allen Umſtänden zeigten ſich die Zuckungen am lebhafteſten, wenn der an die Muskeln angebrachte Excitator den Excitator, der als Ableiter gebraucht wurde, unmittelbar berührte. Bey einem ſolchen Auflegen des verſtärkenden Excitators auf die Nervenarmatur war aber eine leitende Verbindung von dieſer mit den Muskeln durch ein naſſes Schwammſtück ohne alle Verſtärkung der Wirkung, vielmehr wurde der Effekt dadurch geſchwächt.

II.

Beyträge zu den Verſuchen über die Wirkung verſchiedener Ableitungen von der Schwammunterlage des Nerven zu den Muskeln.

Oben (IX. 4. S. 36.) wurden Reſultate von Verſuchen über die Wirkung verſchiedener Ableiter von der Schwammunterlage des Nerven, an welche ſeine Armatur angebracht wird, zu den Muskeln angeführt. Dieſe leiden folgende Berichtigung und Bereicherung. Die Excitatoren als Ableiter von der Schwammunterlage gebraucht verhalten ſich keineswegs ſo, wie in dem Falle, wenn ſie als Ableiter unmittelbar von der Nervenarmatur zu den Muskeln gehen. In dieſem letztern Falle richtet ſich nehmlich die Schwächung des Effekts nach der Beſchaffenheit der Nervenarmatur ſowohl als der Muskelarmatur, die mit dieſer in Beziehung gebracht wird, und nach Verſchiedenheit derſelben iſt die Ordnung, in welcher die Excitatoren nach dem Grade der

Schwä-

III. z. Beytr. z. d. Vers: üb. d. W. versch. Abl. v. d. Schwammunterlage d. Nerven z. d. Muskeln.

Schwächung auf einander folgen, sehr verschieden. Ferner verstärken bey der unmittelbaren Ableitung von der Nervenarmatur aus die Excitatoren in manchen Fällen sogar die Wirkung. Nicht so, wenn sie als Ableiter von der Schwammunterlage zu den Muskeln gehen. Vielmehr schwächen sie in diesem Falle constant den Effekt, und die Ordnung, in welcher die Excitatoren in Rücksicht auf die Intensität der Schwächung auf einander folgen, ist eine beständige, es mögen nun irgend zwey beliebige Armaturen (des Schwamms und der Muskeln) mit einander in Verhältniss kommen, und zwar ist die Ordnung folgende: 1) Braunstein, 2) die Erze, 3) die edlen Metalle, 4) Kupfer, Wismuth, Eisen und ein nasses Schwammstück, 5) Zinn, Bley, Zink. In dieser Reihe sind die erstern diejenigen, die den Effekt am meisten schwächen, und wie z. B. der Braunstein das Entstehen der Zuckungen selbst im Anfange und bey der Anwendung von günstigern Armaturen gänzlich hindern.

Diese Ordnung möchte vielleicht die Ordnung für die Stärke der Leitungsfähigkeit dieser verschiedenen Körper für das Fluidum, welches in diesen Versuchen wirksam ist, seyn, und in der Hinsicht ist es merkwürdig, dass die Erze, der Braunstein die besten Conductoren zu seyn scheinen, und das Wasser (in dem nassen Schwammstücke) selbst die Metalle übertrifft. In den S. 33. erzählten Versuchen möchten die Metalle auf eine ähnliche Art wirken, wie in dem Falle, wenn sie von der Schwammunterlage aus eine Ableitung machen, denn gerade in jenen Versuchen schien ein nasses

Schwamm-

III. 3. Beytr. z. d. Verſ. üb. d. W. v. homog. Armat. Erregung von Zuckungen d. einen bloſsen Eiſenexcitator ohne eine eigne Nervenarmatur.

Schwammſtück den Effekt ebenfalls mehr zu ſchwächen, als Zinn und Bley, und die angegebene Ordnung war auch eine conſtante, die Nervenarmatur und der Excitator mochten übrigens nach Belieben verändert werden.

Wenn jene Ableitungen von dem Schwamme aus ihren Effekt thun ſollten, ſo war es nicht gerade nöthig, die Ableitung zwiſchen der Nervenarmatur und dem Nerven an den Schwamm anzubringen, ſondern die Schwächung zeigte ſich auch, wenn ſie von dem Schwamme auf der einen Seite des Nerven ausgieng, während die Armatur auf der andern Seite deſſelben ſich befand, ſo daſs der Nerve mitten inne lag. Viel hing in Rückſicht auf ihre Wirkſamkeit von der Gröſse der Berührungsfläche zwiſchen ihnen und den Muskeln ab.

III.

Beyträge zu den Verſuchen über die Wirkſamkeit von homogenen Armaturen. Erregung von Zuckungen durch einen bloſsen Eiſenexcitator ohne eine eigene Nervenarmatur.

Oben ſchon (XXVI.) habe ich übereinſtimmende Erfahrungen mehrerer Naturforſcher angeführt, nach welchen dem Eiſen allein, ſelbſt wenn es nicht unter der Geſtalt von einer doppelten Armatur angewandt wird, Excitationskraft zuzukommen ſcheint, während jene der andern Metalle und metallhaltigen Körper eigentlich nur ein Produkt der Verbindung von zweyen derſelben, oder von zweyen Armaturen des nehmlichen Metalls iſt. Meine eigene dort erzählte Erfahrungen ſchienen dieſer

Mey-

Meynung ebenfalls günftig zu feyn. Neues Gewicht möchten fie vielleicht durch folgende Verfuche erhalten:

1) Da ich das Becken an feinem untern Ende durchfchnitt, und nun die Gliedmaafsen an mich und in die Höhe zog, fo dafs die noch mit dem Rückenmarke zufammenhängenden Nerven angefpannt wurden, und fich zugleich frey von aller Berührung mit Leitern durch die Luft forterftreckten, fo entftanden nicht nur Zuckungen, wenn ich mit einer Stahlfcheere in der andern Hand die Nerven unmittelbar (wo man immer noch mechanifche Reizung als Urfache der Zuckungen anfehen könnte), fondern auch wenn ich blofs die Wirbelfäule, den fcharfen Rand des Bruftbeins, oder die fpitzen Knochenenden des durchfchnittenen Beckens mit der Scheere berührte, die fogleich aufhörten, wenn nun meine Hand durch ein ifolirendes Medium die Gliedmaafsen wie zuvor hielt. Alle andere Excitatoren für fich allein waren unter diefen Umftänden unwirkfam.

2) Auch dann konnte ich Zuckungen erregen, wenn ich die Stahlfcheere dem Nerven als Armatur unterlegte, und nun mit einem befonders naffen Finger den Schenkel und dann mit einem andern die Stahlarmatur, oder auch umgekehrt berührte, doch waren fie im letztern Falle fchwächer *). Andere metallifche Armaturen waren unter gleichen Umftänden ganz unwirkfam.

3) End-

*) Ein analoges merkwürdiges Phänomen ift diefes: Oben (S. 10. 11.) habe ich bereits bemerkt, dafs die Zuckungen viel fchwächer find, wenn der Excitator die Nervenarmatur vor den Muskeln berührt als umgekehrt. + Wird nun der Excitator,

3) Endlich liefsen fich ebenfalls mit der Stahlfcheere allein Zuckungen erregen, wenn ich dem mit feiner Gliedmaafse vom Rumpfe getrennten und mit diefer auf eine Glasplatte gelegten Nerven ein naffes Schwammftück unterlegte, doch fo dafs noch ein Theil des Nerven von der Schwammunterlage zum Schenkel frey durch die Luft gieng, und nun mit dem hintern Theil der Scheere die Gliedmaafse, mit dem vordern hingegen die Schwammunterlage berührte. Da ich beobachtete, dafs die Scheere, auf letztere Art gebraucht, in der nehmlichen Gliedmaafse oft gar keine, und dann, wenn die Scheere mit einem andern Theile ihrer Oberfläche das Schwammftück berührte, wieder fehr lebhafte Zukkungen ununterbrochen erregte, fo forfchte ich der Urfache diefer Verfchiedenheit genauer nach, und nun fand ich, dafs dann die Zuckungen fo lebhaft waren, wenn die runde Hervorragung der Schraube, welche beyde Scheerenblätter mit einander vereinigte, den Schwamm berührte, da fie fich faft gar nicht oder nur höchft fchwach zeigten, wenn die Blätter der Scheere felbft den Schwamm berührten.

tor, der auf die Nervenarmatur aufgefetzt ift, mit den Muskeln durch einen Conductor der thierifchen Elektricität, z. B. durch ein naffes Schwammftück, verbunden, fo macht es doch noch einen Unterfchied, ob diefes naffe Schwammftück zuerft den Excitator, und dann die Muskeln oder diefe zuerft berührt. Im letztern Falle find fie nehmlich lebhafter und können auch länger erregt werden, als im erftern.

III. 3. Beytr. z. d. V. üb. d. W. v. unorg. Arm. Erreg. V.

Bey Wiederholung der obigen Versuche an andern Fröschen fand ich nun ferner, dass da sich keine Zuckungen zeigten, wenn ich dem Nerven bloss die Blätter der Scheere unterlegte, und ich nun diese und den Schenkel mit meinem Finger berührte, dieselben nun sogleich höchst lebhaft entstanden, wenn ich den Nerven zugleich in Berührung mit jener Erhabenheit der Verbindungsschraube brachte, und eben so, dass, da keine Zuckungen erschienen, wenn ich den gespannten und durch die Luft ausgestreckten Nerven mit den Scheerenblättern berührte, dieselben sogleich erregt wurden, wenn ich an den Nerven jene knopfförmige Erhabenheit applicirte, während ich die Scheerenblätter und den Schenkel mit meinen Händen fasste. Nimmt man nun an, dass das Eisen, aus welchem diese Schraube bestand, eine etwas verschiedene Beschaffenheit (chemische Mischung) vom Stahl der Scheere habe, so waren in allen diesen Fällen gleichsam zwey verschiedene Armaturen, die unter einander und mit den thierischen Theilen in Verbindung gebracht wurden, nehmlich der Stahl der Scheere mit den Muskeln entweder unmittelbar oder mittelbar durch meine Hand, und das Eisen der Schraube mit dem Nerven ebenfalls unmittelbar oder durch den feuchten Schwamm, nur dass die Armaturen in diesem Falle sich selbst vorher berührten, ehe sie beyde in Verbindung mit den thierischen Theilen kamen, und alsdann fällt alles Merkwürdge und Eigene dieser Erscheinungen hinweg.

Ich wählte mir daher zu ähnlichen Versuchen eine Stange von weichem Eisen aus, die zugleich ein künst-

licher

licher Magnet war, und von deren Homogeneität in ihrer ganzen Strecke ich überzeugt ſeyn konnte. Dieſe erregte nun allerdings auch unter den Umſtänden von 1) lebhafte Zuckungen, wenn ſie, vorzüglich mit den ſcharfen Rändern ihrer Enden, wo die Pole ſich befanden, den Nerven berührte, und zwar ſtellten ſich dieſe Zuckungen vorzüglich dann lebhaft ein, da ich zwey von den Fäden, aus denen der Cruralnerve beſteht, durchſchnitt, ſo daſs er nur noch mit einem Faden mit dem Rückenmarke im Zuſammenhang blieb, und nun die Enden der durchſchnittenen Fäden berührte. Ferner zeigten ſich mit dieſer magnetiſchen Eiſenſtange auch unter den Umſtänden von 3) lebhafte Zuckungen. Ohngeachtet ich dieſe Verſuche nicht wiederholt habe, ohngeachtet auch die mit der Stahlſcheere angeſtellten Verſuche nur bey wenigen Individuen glückten, und dieſer Erfolg vielleicht immer von einem Umſtande abhieng, der demſelben alle Merkwürdigkeit nimmt, ſo ſcheinen mir doch dieſelben alle Aufmerkſamkeit zu verdienen, und durch öftere Wiederholung geprüft zu werden. Sonderbar iſt es, daſs in allen den Verſuchen anderer Schriftſteller, in denen das Eiſen für ſich allein als Excitator wirkte, immer eine Scheere angewandt wurde. Sollte hier vielleicht nicht ein ähnlicher Umſtand, wie der von mir bemerkte, eingetreten ſeyn?

III. 4. Beytr. z. d. Vers. d. 2ten Abth. d. Iten Abschn.

IV.

Beyträge zu den Verſuchen der II. Abtheilung des I. Abſchnitts.

In der Vorrede zu *Voltas* Schriften über die thieriſche Elektricität (S. 9.) findet ſich die Nachricht, daſs dieſer Phyſiker Verſuche gemacht habe, welche einen gleichen Uebergang der Elektricitätsflüſſigkeit (nehmlich wie jenen aus den thieriſchen Theilen, Muskeln und Nerven) anzeigen, wenn Metalle von verſchiedenen Gattungen an andere nicht animaliſche Körper, als z. B. an feuchte Gegenſtände, Papier, Leder, Tuch u. ſ. w. welche im Waſſer durchgeweicht worden ſind, noch beſſer an das Waſſer ſelbſt angebracht werden. Von den Verſuchen ſelbſt iſt noch kein Bericht vorhanden. Da aber die Elektricität, welche unter ſolchen Umſtänden nach *Voltas* Meynung entwickelt würde, ſo gering iſt, daſs ſie auch in unſern feinſten künſtlichen Elektrometern keine ſenſible Veränderung bewirkt, ſo wird *Volta* auf einen ſolchen Uebergang aus der Wirkung auf das feinſte aller Elektrometer, nehmlich den Nerven, geſchloſſen haben, und deswegen vermuthe ich, daſs ſeine Verſuche wohl denen ähnlich ſeyn möchten, die ich in der II. Abtheilung I. Abſchnitts an mehrern Orten erwähnt habe. Denn in dieſen wurden die zweyerley Metalle ebenfalls bloſs an feuchte Theile oder an das Waſſer unmittelbar angebracht, und mit einander gehörig verbunden, und es zeigte ſich der ähnliche Effekt wie bey der Application an die thieriſchen Theile ſelbſt. Da nun die Entſcheidung der Frage, ob in dieſem Falle die

die feuchten Theile so wirken, wie *Volta* sich vorstellt, oder ob sie bloss als Medien sich verhalten, welche die Wirkung der Excitatoren auf die thierischen Theile nicht hindern, sondern dem Fluido, das demungeachtet auch hier aus den empfindlichen Theilen selbst entwickelt wird, den Durchgang verstatten, da die Entscheidung dieser Frage für diese ganze Lehre von der grössten Wichtigkeit ist, besonders sofern dadurch sogleich näher bestimmt würde, ob wirklich die Physiologie die Früchte, die sie sich von dieser schönen Entdeckung gleich anfangs zueignete, zu erwarten habe, oder ob sie ihre Hoffnungen an die allgemeine Physik abtreten müsse, so glaubte ich die einmal gefundene Bahn, zur Auflösung dieser Frage zu gelangen, unermüdet verfolgen zu müssen, und meine fortgesetzte Versuche gaben mir denn auch folgende Berichtigung und Bereicherung der obigen Resultate.

A.

Beyträge zu den Versuchen über die Erregung von Zukkungen bey der Application der Armaturen an feuchte Theile, die bloss mit den Nerven in Verbindung stehen.

In den Versuchen XXXII. und XXXVI., wo die beyden Armaturen an feuchte Theile, auf welchen der Nerve lag, angebracht worden waren, hatten sich immer nur sehr schwache Zuckungen und bloss bey der Anwendung von günstiger mit einander wirkenden Excitatoren gezeigt. Diese Zuckungen wurden aber sogleich

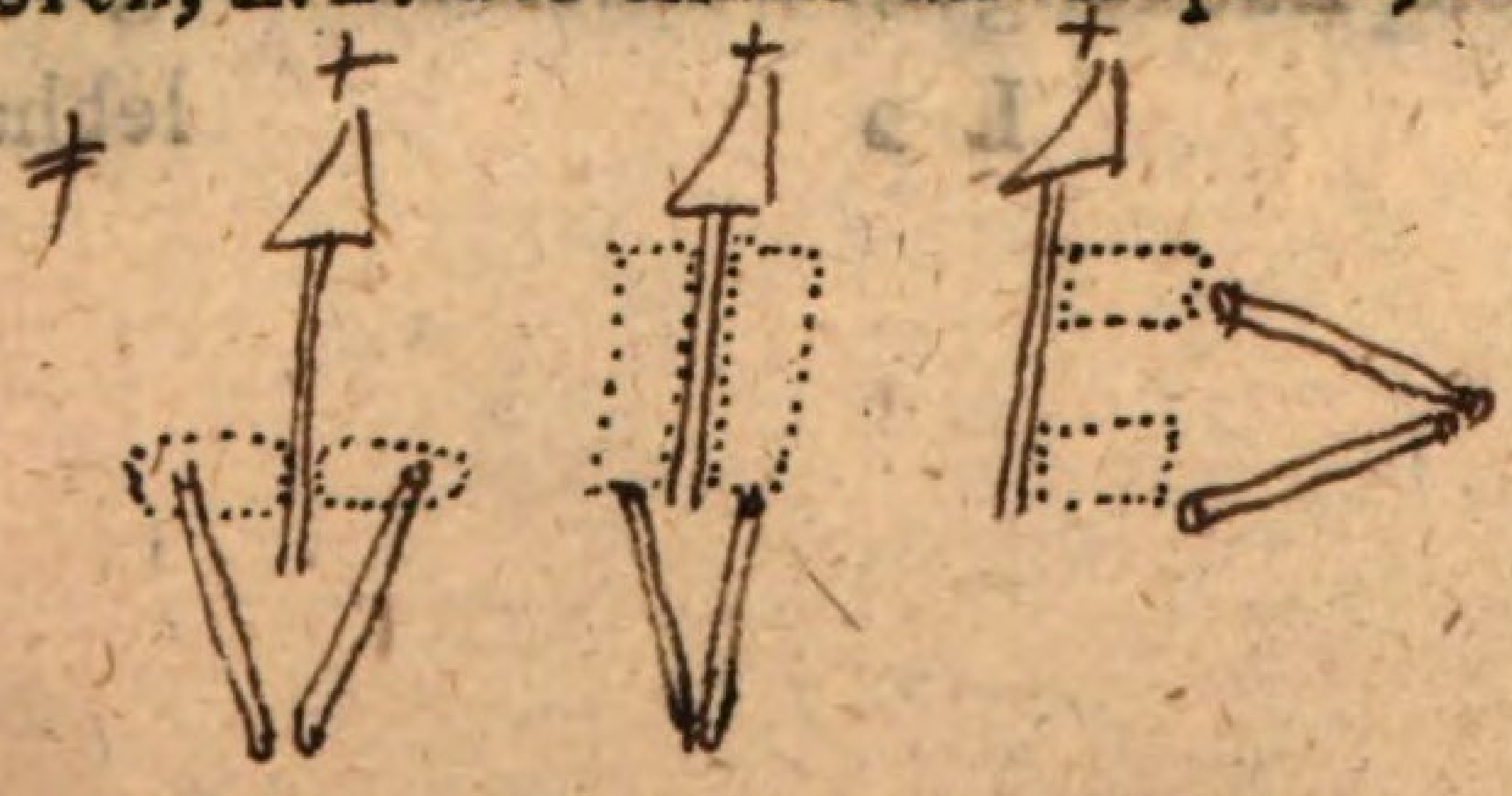
IV. 4. B. Beytr. z. d. V. u. d. Err. v. Zuck. b. d. unmittelb. Ber. durch feuchte Theile. Weit. Erört. d. Versch.

lebhafter, und konnten nun auch mit ſehr ſchwachen Excitatoren erregt werden, wenn ich die Veranſtaltung traf, daſs dieſelben an zwey Schwammſtückchen angebracht wurden, zwiſchen welchen der Nerve entweder ſeiner Breite nach, jedoch in ſeiner ganzen Strecke, oder ſeiner Länge nach, indem das eine Schwammſtückchen mit dem obern, das andere mit dem untern Ende des Nerven nahe bey ſeinem Eintritt in den Schenkel in Verbindung geſetzt wurde, mitten inne lag. Der ganze Apparat lag auf Glas, und folglich war nun der Nerve ein ausſchlieſsender Leiter zwiſchen beyden Armaturen, da ſonſt die feuchte Unterlage für ſich allein eine vollkommene leitende Verbindung zwiſchen denſelben machte, und der Nerve nur ein Nebenleiter war.

B.

Beyträge zu den Verſuchen über die Erregung von Zukkungen bey der unmittelbaren Berührung der Muskeln durch die Excitatoren, jedoch bloſsen Verbindung derſelben mit dem Nerven durch feuchte Theile. Weitere Erörterung der Verſchiedenheit des Verhaltens der zweyerley Armaturen.

In allen nun zu erwähnenden Verſuchen bediente ich mich der einzelnen vom Rumpfe getrennten Gliedmaaſsen, denen ich eine Glasplatte, ſo wie dem Nerven beſonders noch einen Streifen naſſen Schwamms unterlegte. Beym Gebrauche von zwey beliebigen Excitatoren, z. B. des Zinns und Kupfers, zeigten ſich nun nachfol-



folgende Verſchiedenheiten in Rückſicht auf Stärke und Dauer der Zuckungen, nach Verſchiedenheit der Vertheilung der beyden Armaturen an die Muskeln und die Schwammunterlage des Nerven:

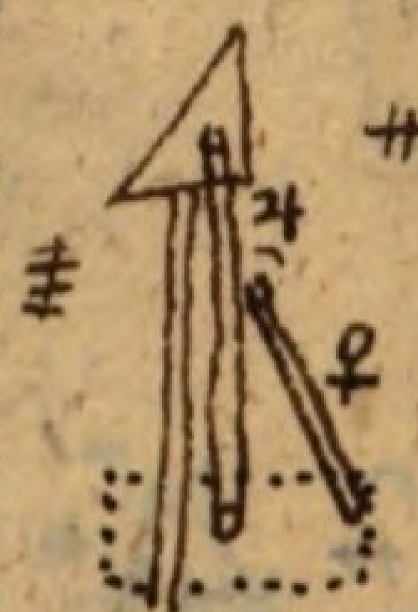
1) Nur ſehr ſchwach waren die Zuckungen, und bloſs im erſten Anfange erregbar, wenn die beyden Metallplatten zugleich den Schenkel und Schwamm, und ſich unter einander ſelbſt berührten.



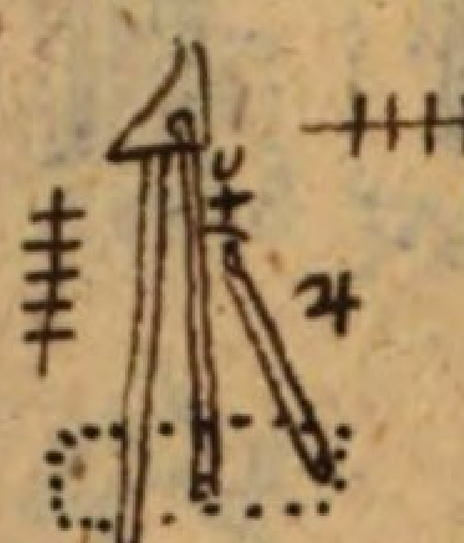
2) Auffallend ſtärker waren die Zuckungen, und konnten auch viel länger erregt werden, wenn bloſs die Kupferplatte den Schenkel und Schwamm zugleich, die Zinnplatte hingegen bloſs den Schenkel und dann die Kupferarmatur berührte *).



3) Da ſich auch auf dieſe Art keine Zuckungen mehr zeigten, ſo entſtanden dieſelben von neuem, und waren überhaupt anfangs auch viel lebhafter, wenn itzt die Zinnplatte den Schenkel und die Schwammunterlage, und das Kupfer bloſs die Schwammunterlage des Nerven berührte.



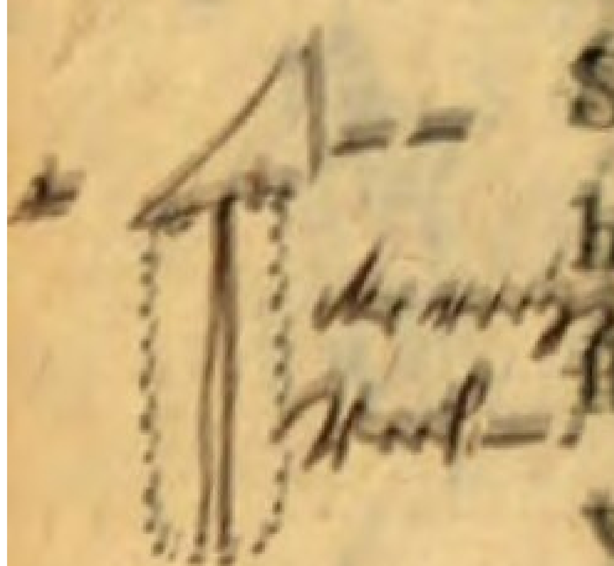
4) Endlich noch lebhafter waren die Zuckungen bey der umgekehrten Vertheilung, wenn nehmlich das Kupfer den Schenkel und Schwamm, und das Zinn dieſen letztern allein berührte.



*) Berührten die beyden Armaturen den Schenkel allein, und keine von beyden die Schwammunterlage des Nerven, ſo waren die Zuckungen höchſt ſchwach, und mehr nur Zitterungen der Fibern, die zwiſchen beyden Armaturen enthalten waren.



Der ganze Erfolg dieſer Verſuche hieng davon ab, daſs ein Theil des Nerven von der Schwammunterlage aus zu dem Schenkel frey durch die Luft oder auf dem Glaſe ſich forterſtrekte, und alſo zwiſchen beyden die einzige leitende Verbindung machte. Wurde der Schwammſtreifen bis zur Berührung mit dem Schenkel hinabgerückt, ſo hörten nun unter den angezeigten Umſtänden ſogleich alle Zuckungen auf. Aber auch dann, wenn ein Theil des Nerven vom Schwamme zum Schenkel frey durch die Luft ſich fortſtreckte, zeigte ſich eine Veränderung des Effekts, wenn nun der Schenkel mit dem Schwammſtreifen in Berührung kam, was ſo wie überhaupt jede andere leitende Verbindung dieſes mit jenem als durch den Nerven ſorgfältig vermieden worden war. Bey einer ſolchen Berührung in einiger Ausdehnung zeigten ſich nehmlich unter den Umſtänden von 1) und 2) kaum merkliche, und von 3) und 4) viel ſchwächere Zuckungen. Bey einer ſolchen Anlegung des Schenkels an die Schwammunterlage machte es einen Unterſchied, ob das Metall, das den Schenkel berührte, zugleich auch auf den Schwamm aufgeſetzt wurde, oder nicht; im letztern Falle waren nehmlich die Zuckungen ſtärker als im erſtern, welcher Unterſchied beſonders bey der Berührung des Schenkels durch das Kupfer merklich war.



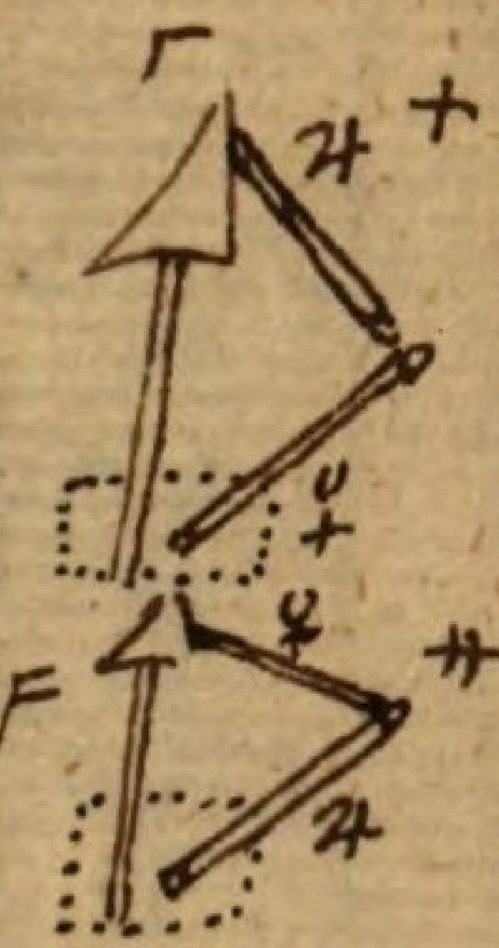




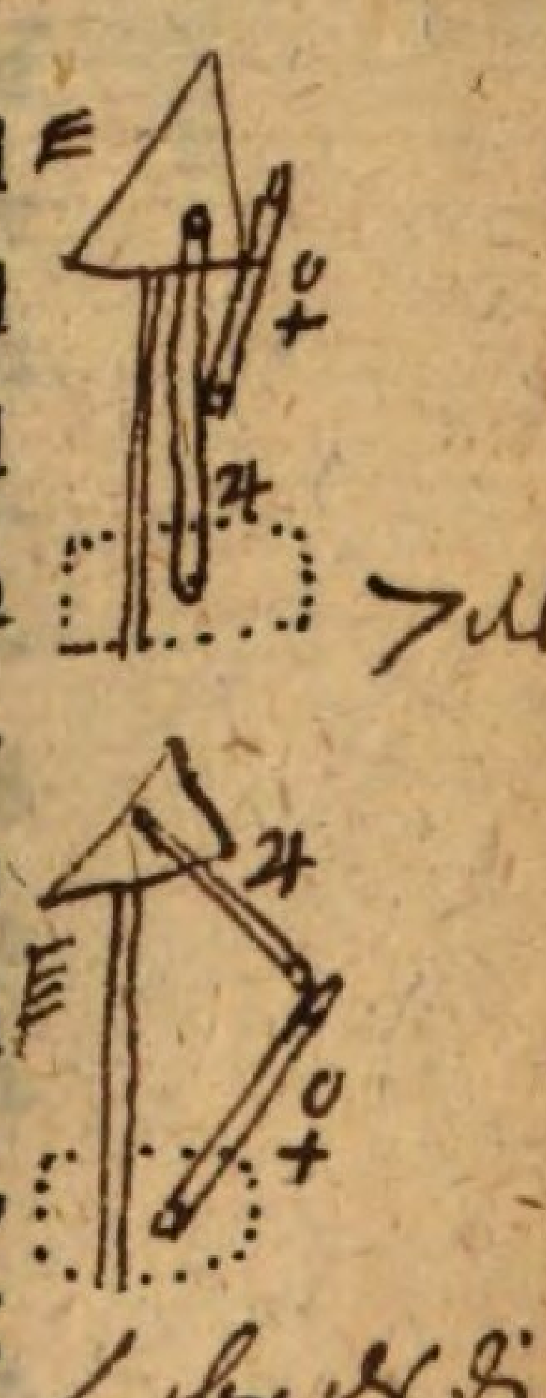
So wie nun eine ſolche Nebenableitung von der Nervenarmatur zum Schenkel auſſer dem Nerven den Effekt in den Fällen 3) und 4) auffallend ſchwächte, ſo wurde derſelbe auf der andern Seite verſtärkt, wenn bey ſonſt

gleich

gleich bleibenden Umſtänden von 3) und 4) das Metall, das ſonſt neben dem Schenkel auch den Schwamm zugleich berührte, nun allein auf erſtern aufgeſetzt wurde, gerade ſo wie in dem Falle, wenn der Schenkel den Schwamm berührte. Dieſe Verſtärkung war beſonders ungemein groſs für den 4ten Fall; wurden hingegen die Umſtände des dritten Falls analog abgeändert, ſo nehmlich, daſs nun das Zinn, ſtatt den Schenkel und Schwamm, zugleich nun dieſen erſtern allein berührte, ſo nahmen die Zuckungen nur wenig an Lebhaftigkeit zu. In einigen Verſuchen, wo wirklich die Zuckungen unter den Umſtänden von 3) lebhafter waren, und ſich länger erregen lieſsen, als unter denen von 4), erhielt daher das Kupfer auch ſogleich wieder ſein Uebergewicht über das Zinn, wenn nun dasjenige Metall, das ſonſt zugleich den Schwamm berührte, nun an den Schenkel allein applicirt wurde.



5) Sehr lebhafte Zuckungen entſtanden auch, und konnten noch länger, als unter den Umſtänden 3) und 4), erregt werden, wenn das Zinn den Schenkel und Schwamm, und das Kupfer den Schenkel, und dann beyde ſich einander wechſelsweiſe berührten, doch ſtanden auch dieſe denen bey der bloſsen Berührung des Schenkels durch das Kupfer und des Schwamms durch das Zinn erregten, an Dauer und Lebhaftigkeit nach, übertrafen aber ſogar jene, welche bey der Bewaffnung des bloſsen Schenkels mit dem Zinn und des Schwamms mit dem Kupfer entſtanden. — In dieſen Verſuchen hatten, auſſer den angezeigten, noch Verſchiedenheiten in



 andern

III. 4. B. Vers. z. d. V. üb. d. Err. v. Zuck. b. d. unmittelb. ... Weit. Erört. d. Versch.

andern Umſtänden einen Einfluſs auf die Stärke und Dauer der Zuckungen, nehmlich:

a) Verſchiedenheiten in der Gröſse der Berührungsfläche der Metalle mit der Schwammunterlage des Nerven. Beſonders auffallend war dieſs in den Verſuchen von 4). Je mehr die Berührungsfläche des Kupfers mit dem Schwamme abnahm, um ſo mehr nahm die Lebhaftigkeit der Zuckungen zu, alſo gleichſam ſtufenweiſe bis zum gänzlichen Aufhören der Berührung der Schwammunterlage, wo die Stärke der Zuckungen auf einmahl ſo ſehr erhöht wurde. Die Verſchiedenheit der Gröſse der Berührungsfläche des Zinns mit dem Schwamme hatte hingegen in dieſem Falle einen entgegengeſetzten Einfluſs, ſo fern die Zuckungen viel ſchwächer waren, wenn die Zinnplatte bloſs mit einer Spitze, als wenn ſie mit ihrem ausgedehnten Rande längs dem Nerven auf den Schwamm aufgeſetzt wurde. In den Verſuchen von 3) ſchien es eher gleichgültig zu ſeyn, ob das Zinn den Schwamm in einer gröſsern oder geringern Strecke berührte, und gerade in dieſem Falle hatte die Aufhebung der Berührung der Schwammunterlage keine ſolche Zunahme der Lebhaftigkeit der Zuckungen zur Folge. Hingegen hatte hier die Gröſse der Strecke, in welcher das Kupfer den Schwamm berührte, den nehmlichen Einfluſs, wie im vorigen Falle beym Zinn.

b) Viel hieng auch von der Strecke des Nerven, welche auf dem Schwammſtücke ſich befand, ab. Mit der Gröſse derſelben ſchien die Lebhaftigkeit derſelben zuzunehmen, wenn nur immer noch nach unten bis zum Eintritte in den Schenkel ein

Theil

Theil des Nerven frey von der Schwammunterlage war. Nachdem die Versuche einige Zeit angestellt, und dadurch die Reizbarkeit erschöpft worden war, hieng nun in den obigen Versuchen (3, 4, 5) die ganze Wirksamkeit der Excitatoren davon ab, daſs der untere dem Schenkel nähere Theil des Nerven auf den Schwamm gebracht wurde. In dieſem Falle war nicht sowohl der vermehrten Berührungsfläche des Nerven mit dem Schwamme dieser Effekt zuzuschreiben, indem der obere Theil, der immer auf dem Schwamme gelegen hatte, nun ganz weggeschnitten werden konnte, ohne daſs die Zuckungen aufhörten oder an Lebhaftigkeit abnahmen, wenn nur jener untere Theil in Berührung mit der Schwammunterlage blieb. Dieſs war besonders merklich in den Versuchen, wo das Kupfer auf den Schwamm aufgesetzt wurde, indem dieses später gar keine Zuckungen mehr zeigte, wenn bloſs der obere Theil des Nerven selbst in einer ziemlichen Strecke auf dem Schwamme lag, da die Zusammenziehungen unter den nehmlichen Umständen noch entstanden, wenn Zinn den Schwamm, Kupfer die Muskeln bewaffnete. Doch zuletzt äuſserte auch jenes nur dann Excitationskraft mit dem Kupfer, wenn dieser untere Theil den Schwamm berührte, vorausgesetzt daſs immer noch etwas vom Nerven von den Schwammstreifen aus zum Schenkel frey durch die Luft gieng.

Dieser Unterschied in dem Verhalten beyder Armaturen, der aus allen diesen Versuchen deutlich erhellt, zeigte sich besonders auch, wenn die Metalle den Nerven selbst berührten. Da sich nehmlich, nachdem die Ver-



ſuche eine lange Zeit angeſtellt worden waren, keine Zuckungen mehr zeigten, wenn das Zinn jenen untern Theil des Nerven, und Kupfer den Schwamm oder den auf demſelben beſindlichen obern Theil des Nerven berührte, ſo entſtanden dieſelben doch wieder ſehr lebhaft, wenn nun Kupfer den untern Theil und Zinn den Schwamm berührte. Ferner da ſich keine Zuckungen mehr zeigten, wenn Zinn den Schenkel und Kupfer den Schwamm, oder ſelbſt den obern Theil des Nerven auf dem Schwamm berührte, ſo wurden dieſelben wieder ſehr lebhaft erregt, wenn nun Kupfer auf dieſen untern Theil des Nerven, auch wenn er auf dem Schwamm lag, (nur muſste wie immer noch ein kleiner Theil des Nerven bis zum Schenkel von der Schwammberührung frey ſeyn), aufgeſetzt wurde; hingegen entſtanden itzt allerdings noch Zuckungen, wenn das Kupfer den Schenkel, und Zinn das Obertheil des Nerven, doch die lebhafteſten von allen, wenn nun das Zinn den Untertheil deſſelben berührte. Merkwürdig iſt es nun, daſs ohngeachtet der Nerve noch in ſeiner ganzen Strecke Leitungskraft für Elektricität beſaſs, (da er nehmlich immer vom Schwamme feucht erhalten wurde), derſelbe hier dennoch die ähnliche Verſchiedenheit in dem obern und untern Theile zeigte, die ſchon in den obigen Verſuchen (S. 23.) bemerkt worden iſt, nehmlich daſs der Theil, auf den die unmittelbare Einwirkung des Excitators (ſofern der obere Theil lange Zeit hindurch allein auf dem Schwamme, an den der Excitator angebracht wurde, ſich befand), geſchehen war, nun für ſeine fernere Einwirkung eben damit unfähig wurde, und daſs

mit

III. 4. C. Vers. üb. d. Verhalt. d. Metalle als blosse Conductoren d. thier. Electricität.

mit dieser Unfähigkeit zugleich eine Unempfindlichkeit für Reize überhaupt, d. h. eine Erschöpfung des thätigen Princips der Nervenkraft coexistirte, die in dem untern Theile noch nicht in der Maasse eingetreten war, der auch noch Empfänglichkeit für die Einwirkung des Excitators zeigte, und dass nun die Verschiedenheit der Vertheilung der zweyerley Armaturen an diese beyden Theile des Nerven den nehmlichen Einfluss hatte, wie die Verschiedenheit der Vertheilung an die Muskeln und den Nerven, und folglich der mit Lebensprincipe noch begabte Theil des Nerven den Muskeln entsprach.

Aehnliche Phänomene wie die bisher erzählten zeigten jegliche zwey Armaturen, die etwas günstiger mit einander wirkten, z. B. Gold oder Silber mit Eisen oder Zinn, und zwar verhielt sich immer derjenige Excitator, der in den obigen Versuchen als Muskelarmatur besser gewirkt hatte, wie das Kupfer, und der andere, dessen Application an den Nerven den günstigsten Effekt hatte, wie das Zinn.

C.

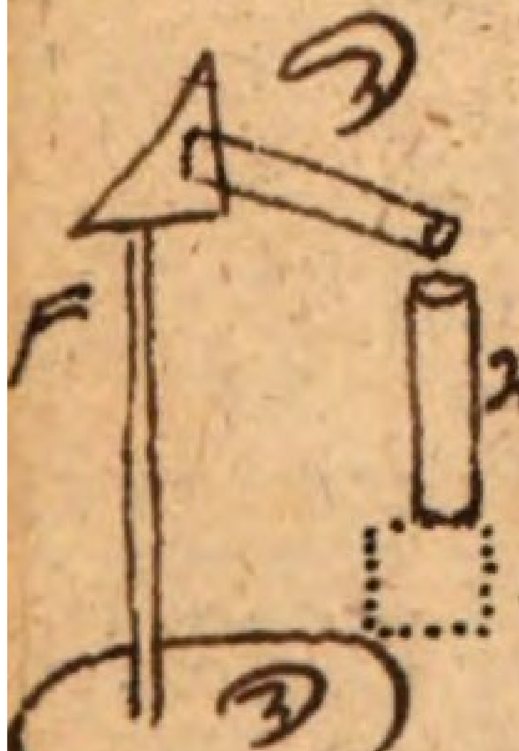
Versuche über das Verhalten der Metalle als blosser Conductoren der thierischen Elektricität.

Oben (XXXVII) habe ich den Satz aufgestellt, dass die metallischen Unterlagen des Nerven nicht, wie die Unterlagen von andern feuchten Stoffen, die Einwirkung der Excitatoren auf denselben zulassen. Unter der dabey gemachten nähern Bestimmung, wenn nehmlich die Excitatoren unmittelbar an diese Unterlagen ange-

bracht

bracht werden, hat der Satz seine völlige Richtigkeit. Bey abgeänderten Umständen verhalten sich aber die metallischen Unterlagen des Nerven ganz so wie z. B. die Schwammunterlage, d. h. sie wirken nun nimmer als Excitatoren, und erlauben zugleich ungehindert die Einwirkung anderer Excitatoren durch sie auf den Nerven, so dass sich der Effekt ganz nach der individuellen Beschaffenheit dieser letztern bequemt. Unterlegte ich nehmlich dem Nerven ein beliebiges Metallstück, eine Münze von Silber, Gold, Kupfer u. s. w., brachte ich ferner ein Stück nassen Schwamms damit in Berührung, und nur dadurch allein mit dem Nerven in eine leitende Verbindung, (was ich durch Unterlegung einer Glasplatte erreichte), und bewaffnete ich diesen Schwammstreifen mit einem beliebigen Metallplättchen, so wirkte irgend ein an die Muskeln angebrachter Excitator bey der Berührung dieser Schwammarmatur ganz so, wie wenn dieses Metallplättchen eine blosse Schwammunterlage des Nerven oder diesen selbst bewaffnet hätte, der Effekt änderte sich mit Veränderung dieses Metallplättchens, nicht aber bey der Veränderung der metallischen Unterlage des Nerven. So erregte z. B. ein an die Muskeln angebrachter Silberexcitator mit einem Zinn oder Zinkplättchen dieses Schwammstücks sehr lebhafte Zuckungen, wenn gleich die Unterlage des Nerven von Silber war, mit welcher er gar keine Zuckungen hervorgebracht hätte u. d. g. Dass unter diesen Umständen die metallische Unterlage des Nerven ganz wie eine Schwammunterlage wirkte, zeigte auch die Stufenfolge der Wirksamkeit der verschiedenen Ableiter, welche



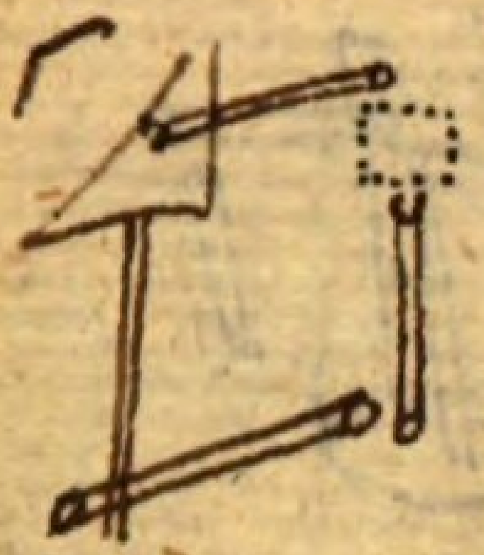


als blosse Conductor d. thier. Electricität.

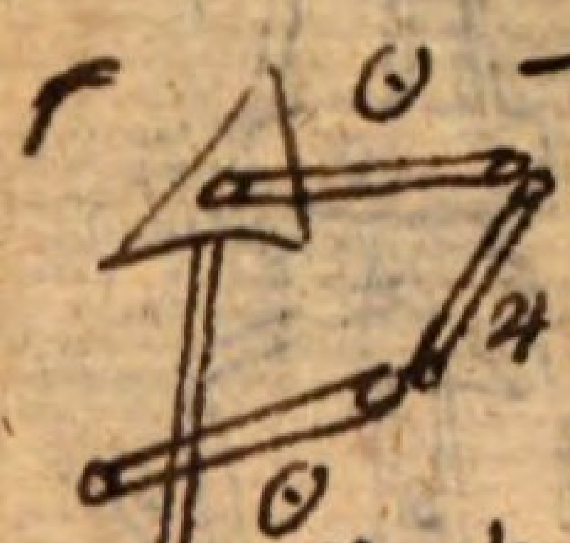


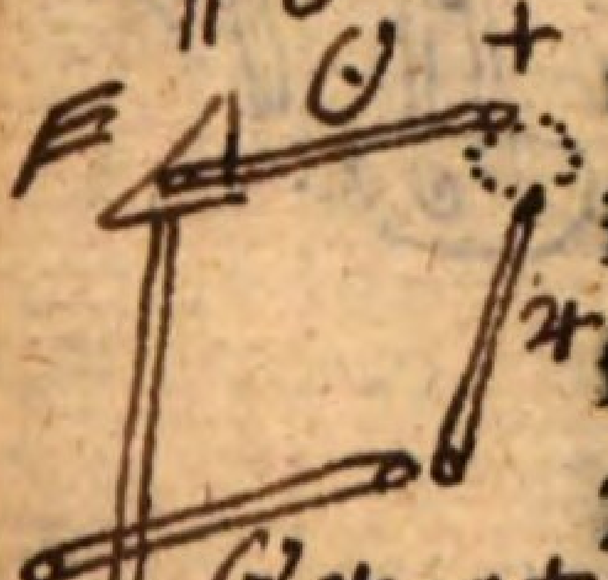
von dieser Unterlage zu den Muskeln geführt wurden, die sich nehmlich, die metallische Unterlage mochte verändert werden wie sie wollte, immer gleich blieb, und ganz mit jener übereinkam, welche die Excitatoren beobachteten, wenn sie von der Schwammunterlage des Nerven zu den Muskeln geführt wurden. So wurden z. B. bey der Verbindung eines Excitators von Zink mit einer Goldbelegung des Schwammstückchens die Zuckungen nur wenig geschwächt, da ebenfalls ein Excitator von Zink von der Goldunterlage des Nerven eine Ableitung zu den Muskeln machte, der doch den Effekt völlig aufhob, wenn jener Excitator nun ebenfalls diese Goldunterlage berührte. Eine Ableitung von Gold hingegen schwächte den Effekt weit merklicher. Auch hier hieng, wie bey der blossen Schwammunterlage, die Stärke des Effekts von der Grösse der Strecke des Nerven, die auf dem Metallstücke sich befand, und zuletzt vorzüglich davon ab, dass der untere dem Eintritt in den Schenkel nähere Theil auf die metallische Unterlage gebracht wurde. Analog mit diesen Erscheinungen sind die oben IX. 2 und 5. S. 35 und 37. erzählten, wo nehmlich die Einwirkung der Excitatoren ebenfalls durch die Metalle ungehindert wie durch feuchte Körper auf den Nerven geschah.

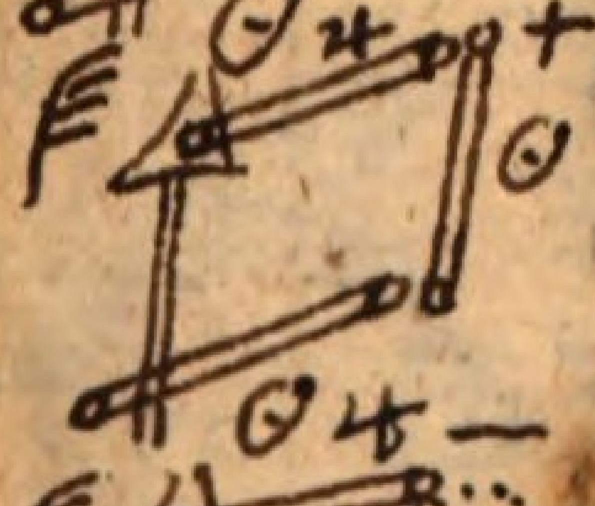
Unter ähnlichen Umständen wirken auch metallische Unterlagen der Muskeln nicht vermöge ihrer eigenthümlichen Excitationskraft, sondern als blosse Conductoren. Geschieht nehmlich die Verbindung der Muskelarmaturen mit der Nervenbewaffnung nicht bloss durch einen Excitator, in welchem Falle sich nehmlich dieser ganz

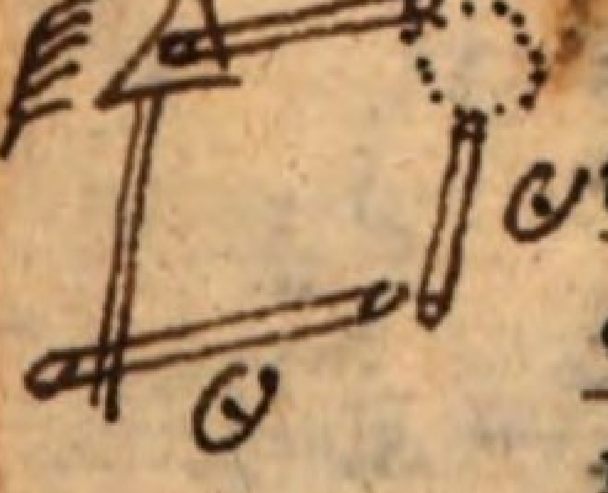


dend verhält, und die Muskelarmatur nach ihrer eigenthümlichen Beſchaffenheit wirkt, ſondern mit dieſen der auf die Nervenarmatur aufgeſetzt iſt, erſt durch ein Stückchen Schwamm, ſo wirkt nun dieſer Excitator, ſobald er von dem Schwammſtückchen berührt wird, durch ſeine eigene Kraft Zuckungen, d. h. die Stärke und Dauer derſelben bequemt ſich nun ganz nach der Beſchaffenheit der Nervenarmatur und des ſie berührenden Excitators, gerade wie wenn dieſer letztere mit den Muskeln durch ein bloſses Schwammſtückchen in Verbindung gebracht worden wäre, und die Beſchaffenheit der metalliſchen Unterlage der Muskeln macht nun keinen weitern Unterſchied.









Da ſich z. B. keine Zuckungen zeigten, wenn die Goldunterlage der Muskeln durch Zinn mit der Goldarmatur des Nerven verbunden wurde, entſtanden dieſelben ſogleich lebhaft, wenn nun dieſes Zinn mit der Goldunterlage der Muskeln durch ein bloſses Schwammſtück in Verbindung geſetzt wurde, und umgekehrt verſchwanden die Zuckungen, die ſich zeigten, wenn die Zinnunterlage der Muskeln mit der Goldarmatur des Nerven durch eine Goldmünze verbunden wurde, ſogleich, ſobald dieſe Goldmünze nun die Zinnunterlage vermittelſt eines Schwammſtreifens berührte.

Ueberhaupt wirken alsdann immer die zwey Excitatoren, die ſich einander berühren, vermöge ihrer eigenthümlichen Kraft, wenn die nächſten Leiter von ihnen zu den Nerven und Muskeln, d. h. diejenigen, welche ſie unmittelbar berühren, feuchte Theile aller Art auſser denjenigen Körpern, welche ſich als Excitatoren

ver-

III. 5. Einwirk. einer größern Wärme auf d. Reizbarkeit.

verhalten, ſind, es mögen übrigens ſonſt in der leitenden Kette, welche zwiſchen ihnen vorhanden ſeyn muſs, jede andere Körper auch beliebige Excitatoren ſich befinden, und dieſe ſelbſt in unmittelbarer Verbindung mit den Nerven und Muskeln ſeyn.

V.

Einwirkung einer gröſsern Wärme auf die Reizbarkeit.

Oben, wo das Verhältniſs mehrerer Körper gegen die Reizbarkeit durch Anwendung des Metallreizes geprüft wurde, iſt das Verhältniſs verſchiedener Grade der Wärme übergangen worden. Ich erforſchte daher die Wirkung einer ſtärkern Wärme, indem ich Fröſche in Waſſer von 96-100° Fahrenh. tödtete. Ihr Körper wurde dadurch ganz ſteif, und beſonders waren die hintern Gliedmaaſsen ganz ſtarr ausgedehnt. Es zeigte ſich auch bey der Anwendung der wirkſamſten Excitatoren z. B. des Braunſteins und Zinks, keine Spur von einer Zuckung, ſo vollkommen war die Reizbarkeit zerſtöhrt. Auch in dieſem Verhältniſſe zeigt alſo die Wärme eine neue Analogie mit der Elektricität, die verſtärkt (ſ. o.) angewandt die Reizbarkeit eben ſo vollkommen vernichtet.

VIERTER

W. 1. Von d. Bedingungen u. Gesetzen d.

VIERTER ABSCHNITT.

Folgerungen.

ERSTE ABTHEILUNG.

Von den Bedingungen und Geſetzen der Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität.

Eine Reihe von mannichfaltigen und merkwürdigen Erſcheinungen hat bisher unſere Aufmerkſamkeit beſchäftigt. Durch das todte Metall ſahen wir hier, wo alles Leben erloſchen zu ſeyn ſchien, wo andere Reize ſchon ohnmächtig waren, wie durch eine Zauberey wieder Aeuſſerungen des Lebens geweckt, dort durch unſer eigenes Gefühl uns von dieſer regen Wirkſamkeit von Kräften, die ſo lange für uns ſchlummerten, überredet. Natürlich dringt ſich uns nun die Frage nach dem Zuſammenhange, in welchem dieſe Erſcheinungen unter einander ſtehen, nach der urſachlichen Verknüpfung der Zuckungen und Empſindungen mit den Umſtänden, die ihnen vorangehen, und mit ihnen coexiſtiren, nach der Wirkungsart der Metalle, und nach dem Antheile, den die Nerven und Muskeln und die einheimi-

heimische Kräfte derselben an dem Entstehen dieser Erscheinungen haben, auf. Aber vergebens würden wir hoffen, alle diese Fragen auflösen zu können, deren befriedigende Beantwortung uns so manchen Gewinn für allgemeine Physik sowohl, als für die specielle Physik des Organismus in der Ferne verspricht, wenn wir nicht vorher die Uebersicht dieser Erscheinungen uns zu erleichtern suchen. Daseyn, Wesen, Stärke und Dauer der Erscheinungen sind die Prädicate, deren mannichfaltige Verschiedenheiten nach Verschiedenheit der äussern Umstände sich als Resultate der mancherley Versuche ergaben. Zwischen diesen Verschiedenheiten in den Prädicaten der Erscheinungen und in den äussern Umständen müssen wir nun die wechselsweisen Beziehungen aufsuchen, und nachforschen, welche Veränderungen in den äussern Umständen mit den Veränderungen der Erscheinungen der thierischen Elektricität in einem dieser allgemeinern Prädicate einen gleichförmigen Gang halten, welche Veränderungen beständig mit einander coexistiren. So erhalten wir die Bedingungen und Gesetze der Erscheinungen, so ordnet sich uns das mannichfaltige Wissen von denselben zur leichten und fruchtbaren Uebersicht an, so werden wir selbst unvermerkt auf den wechselsweisen ursachlichen Zusammenhang zwischen den Erscheinungen und äussern Umständen hingeleitet, die todte Masse bekömmt Leben für unsern Geist, und ihre Kenntniss wird nun erst zum Eigenthum desselben hinaufgeläutert.

Zwey Klassen von Erscheinungen zeigten sich uns als Wirkungen der thierischen Elektricität, Zuckungen

IV. 1. 1. V. d. Beding. unt. welch. sich d. Erschein.

und Empfindungen. Diese sind nun unter einander so wesentlich verschieden als die Principe, von denen sie Veränderungen sind. Demungeachtet können ihre Bedingungen und Gesetze mit einander übereinkommen, und beyden eine gemeinschaftliche entfernte Ursache zum Grunde liegen. Wichtig für unsere Untersuchung muss es seyn, die Aehnlichkeiten in den Bedingungen und Gesetzen derselben aufzusuchen, weil nach Festsetzung solcher Aehnlichkeiten uns der Schluss auf eine ähnliche Ursache eher erlaubt ist, und damit unsere Hoffnung wächst, in die Natur derselben einzudringen, da wir nun an mehrern Organen eben so viele Reagentien erhalten, durch deren verschiedenartige Veränderungen uns die Natur dieser Ursache von mehrern Seiten geoffenbart wird. Schon aus der Verschiedenheit der Organe, durch welche und in welchen die Zuckungen und Empfindungen erzeugt werden, folgt aber, dass, wenn gleich gewisse Bedingungen und Gesetze allgemein für beyde gelten mögen, doch auch auf der andern Seite für jede Klasse von Erscheinungen eigenthümliche statt finden werden. Die Betrachtung derselben muss also eine allgemeine und specielle seyn.

Erstes Kapitel.

Von den Bedingungen, unter welchen sich die Erscheinungen der thierischen Elektricität zeigen.

Wenn wir die Reihe der oben erzählten Versuche durchlaufen, so bemerken wir eine grosse Abwechselung in den Umständen, unter welchen sich die bekannten Er-

Erſcheinungen einſtellen. Bald bedienten wir uns der Metalle von einer oder von verſchiedener Art, bald der Erze, bald anderer Körper, bald wurden dieſelben an die Nerven an dieſer oder jener Stelle in ihrem natürlichen und veränderten Zuſtande, bald an die Muskeln, willkührliche und unwillkührliche, bald an beyde zugleich, bald an allerhand feuchte Körper angebracht, ſo oder anders unter einander ſelbſt verbunden, bey dieſen oder anderen Thieren bald in ihrem Leben, bald nach ihrem auf verſchiedene Art hervorgebrachten Todte verſucht. Es fragt ſich nun, was haben alle dieſe verſchiedenen Umſtände, unter denen ſich die Erſcheinungen einſtellten, mit einander gemein, was iſt Beſtändiges in denſelben, mit deſſen Daſeyn ſich jedesmal auch die Zuckungen und Empfindungen zeigten, und mit deſſen Abweſenheit dieſelben aufhörten. Die Beſtimmung hievon giebt uns alſo Geſetze, nach denen ſich das Daſeyn der Erſcheinungen richtet, Geſetze, die den beſondern Nahmen der Bedingungen führen. Dieſe Geſetze ſind die wichtigſten für die ganze Unterſuchung, da dieſes conſtante Coexiſtiren und Succediren der Erſcheinungen uns mit Recht auf einen urſachlichen Zuſammenhang derſelben ſchlieſsen läſst, und wir diejenigen äuſsern Umſtände, die nothwendig zur Entſtehung der Erſcheinungen ſind, und ihnen immer vorangehen müſſen, als Grundenthaltend derſelben anſehen können. Haben wir alſo nur erſt ſolche Umſtände feſtgeſetzt, ſo können wir nun weiter aus den andern Eigenſchaften, die uns von denſelben bekannt ſind, auf die Kräfte ſchlieſsen, durch welche, und auf die Art, wie ſie wirken.

W.i.r. I. Allgemeine Bedingungen, d. für das Entstehen d. Zuckungen u. Empfindungen zugl. gelten

I.

Allgemeinste Bedingungen, die für das Entstehen der Zuckungen und Empfindungen zugleich gelten.

Diese Bedingungen liegen theils in den Theilen, in welchen sich die Erscheinungen zeigen, und auf welche die thierische Elektricität wirken muss, um jene Veränderungen hervorzubringen, theils ausser denselben.

A.

Erstere betreffen die Natur und Beschaffenheit dieser Theile. Eine gemeinschaftliche Eigenschaft derselben ist nehmlich Empfindlichkeit, oder wenigstens Daseyn der Nerven in ihnen, als eines zu ihrer Verrichtung nothwendigen, in ihr Wesen und ihre Substanz eingehenden Theils. Vom vollkommenst organisirten Geschöpfe, dem Menschen, bis zur Gartenschnekke, an welcher diese Versuche noch glückten, hat uns die Kunst der Zergliederung Nerven gezeigt, welche sich in die Muskeln, in denen sich die Zuckungen erregen lassen, verliehren. Von den Insekten und jenen Würmern haben *Lyonets* und *Swammerdamms* vortrefliche Bemühungen dies gelehrt. Die Erscheinungen, welche sich an den Blutigeln und Erdwürmern, deren Nerven noch nicht dargestellt worden sind, zeigten, tragen den Karakter der Empfindung an sich, und von dieser können wir wenigstens der Analogie nach die Nervensubstanz als das allgemeine Organ annehmen, wenn es gleich unserm stumpfen Auge nicht vergönnt seyn sollte, dieselbe überall zu erkennen. Nur von der Muskularmate-

W. r. i. l. A. Prüfg d. Behaupt., daß d. Herz kein Nerven habe.

rie ist es noch nicht ausser allen Zweifel gesetzt, ob Nerven ein wesentlicher und allgemeiner Bestandtheil derselben sind. Jenen Muskeln, welche der Willkühr unterworfen sind, schreibt man dieselbe allerdings zu, aber wir haben oben gesehen, dass sich auch in den unwillkührlichen Muskeln, nehmlich dem Herzen, und wie mich meine neusten Versuche gelehrt haben, auch im Magen und Darmkanal *), diese Zuckungen erregen lassen, und gerade diesen Muskeln, namentlich dem Herzen, hat man neuerlich die Nerven ganz abgesprochen. Eine Prüfung der Gründe, auf welchen der Beweis, dass das Herz keine Nerven habe, beruht, wird uns aber überzeugen, dass es demselben sehr an Haltbarkeit fehlt, und dass der Mangel dieser Nerven noch sehr problematisch ist.

Prüfung der Behauptung, dass das Herz keine Nerven habe.

Seit *Hallers* Versuchen über die Zusammenziehung der Muskeln auf angebrachte Reize, auf welche er seine

*) Man verfährt hiebey wie in den Versuchen mit dem Herzen, man bringt nehmlich den Darmkanal z. B. auf eine Zinkstange, und berührt denselben an einem beliebigen Orte und die Zinkunterlage mit einem Silberdrath, und sogleich zieht sich die vom Silber berührte Stelle heftig zusammen, und zwar in weit stärkerm Grade als auf den blossen mechanischen Reiz, wenn nehmlich das Silber den Zink nicht berührt. Diese Versuche geriethen mir sehr gut bey Fröschen, und ich konnte auf diese Art in einigen Fällen länger Zusammenziehungen im Darmkanal als im Herzen erregen.

W. i. i. 1. Allgem. Beding., d. für das Entstehen d. Irrit. u. Empfindung zugl. gelten.

Lehre von der Reizbarkeit als einer den Muskeln eigenthümlichen Kraft gründete, haben mehrere die Bewegung des Herzens als ganz unabhängig von Nerven angeſehen. *Fontana* drückte ſich beſonders beſtimmt darüber aus *r*), und wenn gleich *Sömmering* an mehrern Orten *s*) den Nerven den Einfluſs auf die Bewegung des Herzens und dieſem ſelbſt eigenthümliche Nerven nicht ganz abſpricht, ſo äuſserte doch er zuerſt den Gedanken, daſs die meiſten Herznerven wohl mehr den groſsen Gefäſsen deſſelben und auch den Kranzarterien zugehören möchten, als den eigentlichen Muskularfaſern des Herzens *t*). Dieſen Gedanken verfolgte nun Herr *Behrends* noch weiter, ſtellte mit Scharfſinn alle Gründe zuſammen, welche gegen den Einfluſs der Nerven auf die Bewegung des Herzens ſprechen, und ſuchte zu beweiſen, daſs alle Herznerven eigentlich bloſs für die Gefäſse des Herzens beſtimmt ſeyen *u*), und daſs das Herz als Muskel eigentlich gar keine Nerven habe.

I. Er beruft ſich zuerſt und vorzüglich auf die Erſcheinungen, welche die Anatomie zeige. So wenig man nun ſeiner mühſamen und geſchickten Verfolgung der Herznerven die Bewunderung verſagen kann, ſo kann

r) S. *Fontana*, a. a. O. S. 346.

s) Muskellehre. §. 41. 44.

t) Nervenlehre. S. 324, 343, 392.

u) *J. B. J. Behrends* Diſſertatio, qua demonſtratur, cor nervis carere, addita Disquiſitione de Vi nervorum Arterias cingentium. Moguntiae 1792. im IIIten Theil der Scriptores nevrologici minores ſelecti von *C. F. Ludwig*. S. 1-23.

kann man doch ſeinen Folgerungen keinen Beyfall geben. Denn nur wenige Zweige ſah er eigentlich in die Gefäſse ſich verliehren, die meiſten begleiteten nur dicht dieſelben, und er konnte ſie nur bis über die dritte Theilung der Kranzarterien verfolgen. Auch *Wrisberg* bemerkt ausdrücklich *v*), daſs zwar mehrere Zweige vom groſsen Herznerven ſich in die Häute der groſsen Gefäſse und der Kranzarterien, ſo wie auch in die Bronchien verlieren, daſs aber bey weitem die meiſten in Geſtalt von Nervengeflechten in Verbindung mit den Kranzarterien durch die ganze Subſtanz des Herzens ſich verbreiten. Nun iſt es aber auch von den Nerven, welche die willkührlichen Muskeln angehen, bekannt, daſs ſie genau mit den Arterien verbunden ſind, und aus *Fontanas* mikroſkopiſchen Beobachtungen erhellt, daſs ſich zwiſchen die einfachern Faſernbündel immer ein Nervenzweigchen dicht an einer Arterie hineinlagere, ſo daſs dieſe drey Theile nicht von einander getrennt werden können *w*), folglich unterſcheiden ſich in dieſer Rückſicht die Herznerven in nichts von den Nerven der willkührlichen Muskeln, und ihre Vertheilung in die eigentliche Fleiſchſubſtanz des Herzens bleibt wenigſtens von der Seite unangetaſtet.

II. Seinen zweyten und wohl den wichtigſten Beweis gründet *Behrends* auf die groſse Aehnlichkeit zwiſchen den Herznerven und jenen Nerven, von welchen

 die

v) *H. A. Wrisberg* de nervis Arterias, venasqus comitantibus im IIIten Theil der Scriptores nevrologici. S. 46.

w) a. a. O. S. 392.

W. 1. i. l. Allgem. Bedeut. d. f. d. Entst. d. Herz. u. Empf. Bef. gelten

die Zergliederung die Vertheilung in die Blutgefäſse wirklich dargethan hat, ſowohl in Rückſicht auf Urſprungsort, als auch auf Struktur und verhältniſsweiſe Gröſse. Wenn freylich Herr *Behrends* alle Herznerven aus den Knoten des Intercoſtalnerven ableitet, ſo möchte dieſe Analogie in Rückſicht auf den Urſprung gelten. Aber bekanntlich bekömmt das Herz auch Zweige aus dem Stimmnerven, welche Hr. *Behrends* gar nicht berührt. *Haller* bemerkt von dem Nervo Cardiaco Supremo oder Superficiali ausdrücklich, daſs er vom bloſsen achten Paar ſeinen Urſprung nehme, und daſs der Stamm deſſelben die eine Wurzel und der N. laryngeus die andere Wurzel hergab, und bisweilen ſah er ſogar aus dem Stamm des achten Paars einen Zweig unmittelbar zu dem Herzen gehen *x*). Dieſe Nerven als Gefäſsnerven anzunehmen gebietet doch keineswegs die Analogie, indem der Stamm, aus dem ſie entſpringen, ein Muskelnerve iſt, und ſie ſelbſt auf ihrem Wege Zweige zu verſchiedenen Muskeln, und zu dem zurücklaufenden Nerven des achten Paars, der ebenfalls ein Muskelnerve iſt, geben. Auch *Sömmering* bemerkt, daſs der Stimmnerve 1 - 4 Herznerven gebe, ſo daſs bisweilen der obere Herznerve bloſs aus dieſem komme, und daſs auch der zurücklaufende Nerve Aeſte zu dem Herzgeflecht gebe, von welchem die tiefen Herznerven entſpringen *y*). Endlich erhellt aus *Wrisbergs* Unterſuchungen,

daſs

x) Elementa Phyſiologiae. Tom. I. S. 358. 360.

y) Nervenlehre. S. 248.

W. [illegible] d. Behauptung, daß das Herz keine Nerven habe.

dafs der grofse rechte Herznerve feine Hauptwurzeln nicht aus den Ganglien des Intercoftalnerven, fondern aus dem Stamme deffelben, und ebenfalls auch aus den Cervicalnerven, dem Stimmnerven, und dem neunten Nervenpaar erhalten z). Wenn man alfo auch den Herznerven, die aus den Knoten des Intercoftalnerven entfpringen, keinen Einflufs auf die Bewegung des Herzens zugeftehen, fondern fie als blofse Gefäfsnerven anfehen wollte, fo hat man doch keinen Grund, das nehmliche von den Zweigen, die vom achten Nervenpaare herrühren, zu behaupten. Und dann erforderte vielleicht eben die Verrichtung des Herzens und des Darmkanals ähnlich befchaffene Nerven wie jene, welche die Gefäfse erhalten. Denn auch jene Organe find gleichfam als Gefäfse anzufehen. Wie diefe find fie hohle Kanäle, welche Flüffigkeiten durch fich durchbewegen, welche durch die Ausdehnung im natürlichen Zuftande vorzüglich gereizt werden, deren Bewegung unabhängig von der Willkühr der Seele ift; von gleichem Bau, nur dafs hier die Muskelfafern mehr aufgehäuft, dort beynahe unfichtbar find. Wie bey den Gefäfsen mufste ihre Bewegung ohne Raft gefchehen, und daher mufsten auch ihre Nerven markigt, d. h. empfindlicher für jeden Reiz feyn, und fie mufsten an den Knoten, aus denen fie entfpringen, gleichfam kleine Nebengehirne erhalten, aus denen die in jedem Augenblicke erfchöpft werdende Kraft fogleich wieder erfetzt werden konnte.

z) a. a. O. S. 44. 45.

III. Nun fällt auch das Miſsverhältniſs zwiſchen der Muskularkraft des Herzens und der Gröſse ſeiner Nerven hinweg, das Herr *Behrends* als einen fernern Beweis gegen das Daſeyn von wahren Herznerven anſieht. Da das Herz im Leben immer neuen Zufluſs des wirkſamen Princips, von dem alle Bewegfähigkeit abhängt, ſowohl aus den Nervenknoten als auch wahrſcheinlich aus dem Blute ſelbſt erhält, einen Zufluſs, der von dem Willen der Seele unabhängig iſt, und durch die Verrichtungen derſelben nicht geſtöhrt werden kann, ſo erklärt ſich damit ſeine unausgeſetzte Bewegung, und man hat nicht einmal nöthig mit *Sömmering* zu innern Nerven, die aufs feinſte mit dem eigentlichen Fleiſche verwebt wären, und die nur durch die äuſsern Nerven mit dem Hirne und dem Rückenmarke in Verbindung ſtünden, ſeine Zuflucht zu nehmen *a*). Zugleich erklärt ſich nun auch das frühzeitigere Verſchwinden der Reizbarkeit des Herzens, nach dem Todte, wenn dieſer Zufluſs aufhört. *Haller* und nach ihm andere Phyſiologen ſchrieben zwar dem Herzen die gröſste Reizbarkeit, auch ſofern Dauer derſelben nach dem Todte zum Maasſtabe ihrer Stärke gebraucht wird, zu, und erſterer behauptete dieſs beſonders beſtimmt vom Herzen der kaltblütigen Thiere, da bey den warmblütigen ſeine Verſuche dieſen Vorzug mehr zweifelhaft lieſsen *b*). Aber ſchon vor der Entdeckung des Reizes der thieriſchen Elektricität

a) Muskellehre. §. 44. S. 30.

b) Mémoires ſur les Parties ſenſibles & irritables. Tom. I. S. 69. 386. Tom. IV. S. 90. 91.

W. i. i. A. Auf. d. Behaupt. Ist dr Herz keine Nerven haben

cität zeigten zahlreiche Versuche, daſs die Reizbarkeit der willkührlichen Muskeln selbst bey kaltblütigen Thieren nach dem Todte noch länger fortdauere, als die des Herzens, was besonders aus Zimmermanns *c*) Erfahrungen erhellt, nach denen das Herz bey Fröschen nach 3 bis 5 Stunden völlig seine Reizbarkeit verlohren hatte, während oft noch nach 16 Stunden durch Reizung der Cruralnerven Zuckungen erregt werden konnten. Dieſs haben nun die Versuche mit dem Reize der thierischen Elektricität vollends auſser allen Zweifel gesetzt.

So wenig also ein Miſsverhältniſs zwischen der Gröſse der Herznerven und der Reizbarkeit des Herzens statt findet, so würde auf der andern Seite eher ein solches eintreten, wenn man die vielen Herznerven bloſs den Gefäſsen des Herzens zuschreiben wollte, um so mehr, da die Bewegung des Bluts in denselben durch die Zusammenziehungen des Herzens selbst sehr befördert wird, und folglich die Unterstützung der Nervenkraft weniger nöthig hat.

IV. Ein wichtiges Argument gegen den Einfluſs der Nerven auf die Bewegung des Herzens nimmt Herr *Behrends* ferner daher, daſs durch die Reizung der Herznerven weder die Bewegung des Herzens beschleunigt, noch dasselbe aus seiner Ruhe zu neuer Bewegung geweckt wird. Diese Behauptung gründet sich vorzüglich auf *Fontanas* Versuche, nach denen weder mechanische Reize noch die Elektricität an das Gehirn, Rückenmark oder

c) Dissertatio de Irritabilitate. S. 3. 7. 55. 56.

oder die Herznerven angebracht, die Bewegung des Herzens beschleunigten oder wieder weckten *d*). Aber der gegentheiligen Beobachtungen sind so viele, dass man sehr behutsam im Entscheiden seyn muss. Eine einzige sichere positive Erfahrung bewirkt mehr als alle negative. Wie viele Naturforscher läugneten das Erregen von Zusammenziehungen des Herzens durch den Metallreiz, und doch widerlegte eine genauere Beobachtung diese Meinung. *Lagbi* behauptet, dass auch nach Durchschneidung der Hohladern der Lungen und grossen Pulsader bey der Reizung der Herznerven und des Stimmnerven die Bewegungen des Herzens wieder belebt worden seyen *e*). Auch *Whytt* erzählt, dass da bey einer erdrosselten Katze das Herz in Ruhe gekommen war, dasselbe zu wiederholtenmalen jedesmal wieder zwey bis drey Schläge that, da die Herznerven auf irgend eine Weise gereizt wurden *f*). So will ferner *Schumlansky* bey der Reizung des Stimmnerven Zusammenziehung des Herzens bemerkt haben *g*), und *Fowler* fand bey jungen Katzen und Kaninchen die Zusammenziehungen des Herzens beschleunigt, da er das Hirn beym Ursprung des Rückenmarks aus demselben reizte *h*).

Nach allem diesem verliehrt auch dieser Beweis seine ganze Kraft, und darin, dass die Bewegung des Herzens noch

d) Mémoires sur les Parties &c. Tom. III. S. 214. 230-232.

e) a. a. O. S. 468.

f) *Works* of *Whytt*. S. 189.

g) *Sömmerings* Hirn- und Nervenlehre. S. 253.

h) a. a. O. S. 74.

noch fortdauert, wenn das Rückenmark oder die Nerven des Herzens durchſchnitten ſind, oder dieſes aus dem Körper herausgeriſſen iſt, liegt ohnedem kein Grund gegen die Herrſchaft der Nerven über das Herz, ſofern ſeine Nerven nie ganz zerſtöhrt werden können, ohne dieſes ſelbſt zu zerſtöhren, und folglich wenigſtens die Wirkſamkeit der mit dem Herzen verwebten Nervenzweige noch einige Zeit lang fortdauren, und die Contractilität des Herzens erhalten kann, ſo wie ja auch in denen der Willkühr unterworfenen Muskeln der Einfluſs der Nervenkraft, wenn ihre Nerven längſt ſchon auſser Zuſammenhang mit dem Hirn und Rückenmark ſich befinden, noch lange fortdauert, wie die auf bloſse Reizung ihrer Nerven erfolgenden Zuckungen unläugbar beweiſen.

V. Noch benutzt Herr *Behrends* die Wirkung des Opiums im thieriſchen Körper zur Unterſtützung ſeiner Behauptung, daſs das Herz keine Nerven habe. Aber eben dieſe ſprechen gerade für das Gegentheil. Wenn man nehmlich mit ihm annimmt, was auch alle Phänomene zu ſagen ſcheinen, daſs der Mohnſaft durch Schwächung und Zerſtöhrung der Nervenkraft ſeine Wirkungen hervorbringt, ſo kann man ihm doch keineswegs zugeben, daſs derſelbe die Reizbarkeit des Herzens nicht ſchwäche. Wenigſtens wird dieſs nicht durch den Umſtand bewieſen, daſs bey Thieren, die durch Opium getödtet worden ſind, die Bewegung des Herzens noch fortdauert, da ja ſelbſt nach *Hallers* Verſuchen bey einem durch Opium getödteten Hunde, wo die Reizbarkeit der willkührlichen Muskeln zerſtöhrt war, das Zwerchfell

fell bey der Reizung ſeines Nervens doch noch zitterte *i*). So gut alſo hier das Opium, das doch ebenfalls auf den Zwerchfellsnerven wirkte, die Reizbarkeit des Zwerchfells nicht ganz zerſtöhrte, ſo könnte die Wirkung des Opiums auf die Herznerven nur noch weniger merklich ſeyn, und daher die Bewegung des Herzens, aber doch geſchwächt, fortdauren. Wirklich ſprechen auch viele Erfahrungen ganz beſtimmt für die Schwächung der Reizbarkeit des Herzens durch das Opium, d. h. wenn obige Vorausſetzung richtig iſt, für das Daſeyn von wahren Herznerven. Dieſs erhellt ſelbſt aus *Fontanas* Verſuchen, auf die ſich doch Herr *Behrends* namentlich beruft, indem das Herz einer Schildkröte in eine wäſſerigte Auflöſung von Mohnſaft getaucht, nach einer halben Stunde ſich nur noch ſchwach bewegte, und nach 2 Stunden ganz in Ruhe kam, in bloſsem Waſſer hingegen erſt nach 3 Stunden *k*). Noch auffallender beweiſen aber dieſs *Whytts* zahlreiche Beobachtungen *l*), nach denen das Herz in einer wäſſerigten Auflöſung von Opium viel ſchneller ſeine freywillige Bewegungen, und ſeine Bewegfähigkeit überhaupt verlohr, als in Waſſer von gleicher Temperatur, auch wurde, das Opium mochte nun bey Fröſchen in die Bauch- und Bruſthöhle, oder bloſs an die entblöſste Bauch- und Bruſtmuskeln gebracht werden, die Bewegung des Herzens ſogleich dadurch geſchwächt, langſamer, und hörte auch viel eher auf als

i) Mémoires. T. I. S. 222.

k) a. a. O. S. 444.

l) a. a. O.

als in andern Fällen, wo, bey übrigens ſonſt gleichen Umſtänden, bloſs das Opium weggelaſſen wurde. Dieſe Wirkung des Opiums auf das Herz war viel ſchwächer, wenn der Kopf zuvor abgetrennt und das Rückenmark zerſtöhrt worden war, ein Beweis, daſs der Mohnſaft die Reizbarkeit des Herzens durch ſeine nachtheilige Wirkung auf die Nerven deſſelben ſchwäche. Freylich beſtätigte ſich auch in dieſen Verſuchen, daſs das Opium auf das Herz nicht ſo ſchnell und merklich, als auf die willkührlichen Muskeln, wirkte, aber dieſs mag von der beſondern Beſchaffenheit der Herznerven, z. B. von den Ganglien, abhängen, die gleichſam als eine Art von freylich nicht vollkommener Unterbindung der Nerven betrachtet werden können, die die Einwirkung des Hirns und Rückenmarks, und alſo auch der Körper, die auf dieſelbe und durch das Medium derſelben wirken, einigermaaſsen unterbrechen und ſchwächen.

Sömmering leitet dieſe verhältniſsmäſsig geringere Schwächung der Reizbarkeit des Herzens von der geringern Menge ſeiner Nerven ab, weil das Opium nur im Verhältniſs der Menge der Nerven die Reizbarkeit ſchwäche *m*). Dieſe Erklärung kann aber nur alsdann gelten, wenn man die Reizbarkeit als eine von der Nervenkraft unabhängige Kraft anſieht. Denn wird ſie als identiſch mit dieſer angenommen, deren Aeuſserung im Muskel wegen der eigenthümlichen Beſchaffenheit dieſes Organs das eigenthümliche Phänomen der Zuſammenziehung dar-

m) Muskellehre. §. 44. S. 29.

darstellt, so sollte eigentlich die Reizbarkeit des Herzens mehr geschwächt werden, als die der andern Muskeln, weil hier das Opium seine Wirkung nicht auf so viele Nerven zu vertheilen hat, und also gleichsam concentrirter dieselbe ausüben kann.

Aus *Hallers* Versuchen erhellt ferner, daſs das Opium die Bewegungen und Bewegfähigkeit des Magens und Darmkanals merklich schwäche, und häufig schnell zerstöhre *n*). Nun aber haben die Nerven, welche zum Magen und zu den Gedärmen gehen, mit den Herznerven in Rücksicht auf Ursprung, Struktur und Fortgang die gröſste Aehnlichkeit. Von ihnen kann man aber nicht annehmen, daſs sie ganz allein für die Gefäſse bestimmt seyen, weil die Wirkung des Opiums auf die Reizbarkeit des Darmkanals anzeigt, daſs auch die Muskelfasern desselben Nerven erhalten und unter dem Einfluſs derselben stehen, läſst sich nun nicht weiter nach der Analogie schlieſsen, daſs auch die Herznerven nicht wohl allein für die Gefäſse des Herzens, sondern auch für seine Muskelfasern bestimmt seyn mochten? Noch sprechen die Wirkungen anderer Gifte, die das thierische Leben und die Reizbarkeit zerstöhren, bestimmter für das Daseyn von wahren Herznerven, und für ihren Einfluſs auf die Bewegung des Herzens. Der Weingeist, das einzige Gift, von dem *Fontana* annimmt, daſs es auf die Nerven wirke, und durch seine Wirkung auf dieselben die Reizbarkeit zerstöhre, weil es nicht bloſs bey Anbringung auf das Hirn und Rückenmark, sondern auch auf

n) Mémoires. Tom. I. p. 310. 331. 335. 339.

W. 1. 1. 1. A. Aufz. d. Behaupt. daß d. Herz keine Nerv. habe.

auf die einzelnen Nerven dieſer Effekt hervorbrachte *o*), vernichtete in wenigen Sekunden oder Minuten die Bewegungen des Herzens und ſeine ganze Reizbarkeit ſowohl bey Schildkröten, als bey Fröſchen, es mochte nun an das ausgeriſſene oder ſelbſt an das entblöſste Herz angebracht werden, in welchem letzten Falle die Thiere noch einige Zeit fortlebten, da das Herz ſchon lange ſich zu bewegen aufgehört hatte *p*). Von andern Giften will *Fontana* zwar durch ſeine 6000 und mehr damit angeſtellte Verſuche, die zur Bewunderung der raſtloſen Thätigkeit und unglaublichen Geduld, ſo wie auch des Scharfſinnes des Mannes zwingen, obgleich die Reſultate derſelben ſich nur auf gar weniges reduciren, Von dieſen ſowohl thieriſchen als Pflanzengiften, nehmlich dem Vipern- Ticunna- und Kirſchlorbeergift, will dieſer Naturforſcher bewieſen haben, daſs ſie nicht auf die Nerven wirken, nicht durch Zerſtöhrung der Nervenkraft die bekannten Phänomene hervorbringen, ſondern daſs ihre Wirkung auf das Blut, auf irgend ein wirkſames Lebensprincip, das mit demſelben circulire, und vielleicht von den Nerven ſelbſt abgeſondert werde, geſchehe *q*). Wenn man aber alle Erſcheinungen, die *Fontana* erzählt, unter ſich und mit andern Erſcheinungen, die von Erregung und Stöhrung der Nervenkraft abhängen, vergleicht, ſo ſcheint ſich vielmehr das Reſultat als das wahrſcheinlichere zu ergeben, daſs ſie

o) a. a. O. S. 447. 448. 449.

p) a. a. O. S. 343 - 346.

q) a. a. O. S. 199. 308. 320.

W. 1. 1. 1. Allgem. Beding. d. f. d. [illegible] d. [illegible] u. Empfind. [illegible]

ſie ebenfalls vorzüglich auf die Nerven wirken, und durch Zerſtöhrung der Nervenkraft den Todt und das Erlöſchen aller Reizbarkeit veranlaſſen. Zur Unterſtützung dieſer Behauptung will ich nur einige von den wichtigſten Gründen anführen:

1) Die ſchnelle Wirkung dieſer Gifte auf die ganze Maſchine, für deren Verbreitung das Vehikel des Bluts viel zu träge iſt, da hingegen die Nerven einen erhaltenen Eindruck mit dieſer Schnelligkeit fortleiten können;

2) manche Erſcheinungen als Folgen dieſer Gifte, welche mit Erſcheinungen von wahren Nervenkrankheiten ſo viele Aehnlichkeit haben, z. B. die heftigen Zuckungen, unter denen die Thiere beſonders bey der Vergiftung mit Ticunnagift und Kirſchlorbeeröhl ſterben *r*), die ſchnelle und vollkommene Erholung aus der heftigſten Ohnmacht, wenn das Gift nicht wirkſam genug war zu tödten, die Schlafſucht, in welche die von der Viper gebiſſene Menſchen fallen u. ſ. w. Auch laſſen ſich die oft nur locale Lähmung, z. B. in den hintern Gliedmaaſsen, wenn das Gift durch den After eingeſpritzt worden war, mit zugleich eintretender Unempfindlichkeit in denſelben, und in den vordern Gliedmaaſsen bey Verſchluckung durch den Mund, Effekte die beſonders auch Herr *Dölz* *s*) vom Kirſchlorbeerwaſſer bemerkt, Lähmung bloſs derjenigen Seite, an der äuſserlich das Gift angebracht wurde, und die auch nach *Fontana* bey einer von einer Viper am kleinen Finger gebiſ-

r) *Fontana* a. a. O. S. 291. 314.

s) a. a. O. S. 36. 40.

gebissenen Person erfolgte, alle diese Wirkungen lassen sich auf keine Art so gut aus der Verbindung der Blutgefäſse, als jener der Nerven unter sich, und besonders die Erscheinung der halbseitigen Lähmung aus der Verbindung derselben in der einen Hälfte des Gehirns erklären, da die Blutgefäſse hingegen kein solches doppeltes System ausmachen, wovon jedes einzelne für sich allein afficirt werden und leiden kann;

3) die schnellere und tödtlichere Wirkung des Kirschlorbeerwassers, wenn es in den Darmkanal, ja wenn es nur in die Mundshöhle, als wenn es in Wunden selbst von Muskeln gebracht wurde, wo es meistens ganz unwirksam war *t*), ohngeachtet es doch in diesem Falle weit unmittelbarer aufs Blut wirken konnte, da hingegen die erstere Erscheinung sich aus der Entblöſsung und Ausbreitung der Nerven in der Mundshöhle und im Darmkanal vollkommen begreifen läſst, wenn man Wirkung des Gifts auf die Nerven annimmt;

4) die Zerstöhrung aller Reizbarkeit durch Eingeben von Kirschlorbeerwasser bey Fröschen, denen man vorher alles Blut abgezapft hat, da sie sonst auch ohngeachtet dieses Verlustes noch lange leben und Bewegung zeigen *u*);

5) die Zerstöhrung der Reizbarkeit, auch wenn diese Gifte, sowohl das Vipergift als das Kirschlorbeeröhl,

t) *Fontana* a. a. O. S. 326. 328. 333.

u) a. a. O. S. 320.

IV. 1. 1. 1. Allgem. Beding. d. f. d. Entst. d. [illegible] z. Empf. [illegible]

an das Hirn oder Rückenmark gebracht wurden *v*). Die Durchschneidung des Hüft- und Schenkelnerven verhinderte auch in mehrern Fällen den Todt vom Vipernbisse, und dass demungeachtet derselbe sich bisweilen einstellte, kann eine Folge der blossen Durchschneidung der Nerven gewesen seyn, deren Effekt für sich allein *Fontana* nicht untersuchte. Ohnedem wurde bey Durchschneidung der Hüft- und Schenkelnerven die Nervencommunication mit dem Gehirn und Rückenmark nicht ganz gehindert, da ja die Blutgefässe der untern Gliedmaassen ihre Nervenzweige von andern Orten her erhalten. Entscheidender für Wirkung dieser Gifte auf die Nerven ist hingegen auf der andern Seite das Phänomen, dass auch bey der vollkommenen Unterbrechung des Kreislaufes in der Gliedmaasse, bey der Unterbindung der Blut- und Pulsader doch auf den Viperbiss sowohl die örtliche Krankheit als der Todt mit den gewöhnlichen Phänomenen der Vergiftung, nehmlich dem geronnenen Blut u. s. w. beständig erfolgten, da hingegen die blosse Unterbindung dieser Gefässe den Todt viel später verursachte *w*);

6) die Unwirksamkeit des Vipern- und Ticunnagiftes, wenn es an unempfindliche der Nerven beraubte Theile z. B. an Sehnen selbst durch Verwundung derselben gebracht wird *).

Nach

v) a. a. O. S. 186. 187. 434.

w) a. a. O. S. 206. 207.

*) Mein schätzbarer Freund *Himly* stimmt mit mir ebenfalls in dieser Vorstellung von der Wirkungsart der Gifte, mit denen *Fon-*

W. i. 1. A. Lief. d. Behaupt. daß das Herz keine Nerven habe.

Nach allen diesen Gründen läſst ſich nun mit Wahrſcheinlichkeit annehmen, daſs auch dieſe Gifte auf das Nervenſyſtem wirken, und durch Veränderungen in dieſem

Fontana ſeine Verſuche anſtellte, überein, (ſ. ſeine eben ſchon angeführte Abhandlung S. 53-55.), und ohne ſich in eine Erörterung der poſitiven Gründe dafür, welche ich bisher vorzüglich aufgezählt habe, einzulaſſen, ſucht er vorzüglich die Einwürfe *Fontanas* gegen dieſe Meinung zu entkräften, und zeigt mit vielem Scharfſinne

a) daſs die ſchnelle Tödtung bey Einſpritzung dieſer Gifte in die Blutgefäſse ſich doch auch auf eine Wirkung auf die Nerven reduciren laſſe, indem daſſelbe ſchnell in das Herz und die Arterien, wo ſich reizbare Faſern und Nerven befinden (die man mit Wahrſcheinlichkeit auch in den Venen ſelbſt annehmen kann, da alle Phänomene eine denſelben eigenthümliche Reizbarkeit und ſomit Nerven anzeigen (ſ. *Gautier* de Irritabilitatis notione, natura et morbis S. 97. und *Hoffmanns* Abhandlung von der Empfindlichkeit und Reizbarkeit der Theile. S. 138 fg.), übergehen könne;

b) daſs die Unwirkſamkeit dieſer Gifte, wenn ſie an die Nervenſtämme angebracht werden, keineswegs ihre Wirkſamkeit auf die letzten Ausbreitungen derſelben ausſchlieſse, indem die Nerven in ihren Endungen eine gröſsere und vielleicht ſpecifike Empfindlichkeit für dieſe Gifte haben können;

c) daſs die Verſuche, nach denen dieſe Gifte auch dann eben ſo wirkſam ſich verhielten, wenn das Hirn- und Rückenmark zerſtöhrt worden waren, theils dieſs nicht beſtimmt ſondern vielmehr das Gegentheil beweiſen, theils nicht mit der gehörigen Vorſicht angeſtellt worden ſeyen;

d) daſs in den Fällen, wo die Durchſchneidung der Nerven den Todt nicht hinderte, derſelbe vielmehr von einer Einſaugung der faulichten Jauche, die durch den Brand in den Gliedmaaſsen erzeugt wurde, entſtand.

sem die Reizbarkeit zerstöhren. Aber eben diese Gifte wirken höchst nachtheilig auf die Reizbarkeit des Herzens. Namentlich hatte das Herz in den Fällen, wo der Todt auf Anbringung des Viperngiftes an das Gehirn und Rückenmark erfolgte, seine Bewegungen und Fähigkeit zu denselben zugleich mit den willkührlichen Muskeln oder nicht viel später verlohren, da bey andern, denen der Kopf bloss abgeschnitten wurde, dasselbe noch nach 30 Stunden schlug, ja in einem Falle war sogar das Herz auf Reize unbeweglich, da auf Reizung des Rückenmarks die Hinterbeine sich noch schwach bewegten x). Den nehmlichen Effekt hatte auch das Kirschlorbeerwasser, und in Herrn *Himlys* Versuchen mit dem Kirschlorbeer- und bittern Mandelwasser, die er bald in den Magen, bald ans Gehirn brachte, zeigte das Herz sogar nach den ersten 10 Minuten auch auf den heftigsten Reiz keine Bewegung mehr, da hingegen noch nach 2 bis 4 Stunden Zusammenziehungen in den Gliedmaassen erregt werden konnten *).

VI. Auch der Grund, den Herr *Behrends* von der Unfähigkeit des Metallreizes, Zusammenziehungen in dem Herzen zu erregen, zum Beweise seiner Behauptung hernimmt, fällt nunmehr ganz hinweg.

Denkt man nun noch an den Einfluss der Leidenschaften auf die Bewegung des Herzens, an die schmerzhaften Gefühle, die sich in mehrern Fällen im Herzen zeigten,

x) a. a. O. S. 186 187.

*) a. a. O. S. 57.

ten, und von Fehlern desselben herrührten *y*) u. s. w., so ist man beynahe gezwungen, wahre Herznerven d. h. Nerven, die sich gegen das Herz, wie die Nerven der willkührlichen Muskeln gegen diese verhalten, von deren Wirksamkeit die Bewegungen und Bewegkraft des Herzens abhängen, anzunehmen. Somit bliebe also auch die oben angegebene Bedingung des Daseyns von Nerven in den Theilen, in welchen sich die Erscheinungen der thierischen Elektricität zeigen, unangetastet.

B.

Bey der Betrachtung der Bedingungen, welche ausser den thierischen Theilen liegen, müssen zuerst die Körper, welche oben als einzige Excitatoren dieser Erscheinungen aufgeführt wurden, unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Die Einwirkung derselben muss ebenfalls als eine nothwendige Bedingung zur Entstehung der Erscheinungen angesehen werden. Wichtig ist es nun einen allgemeinen Karakter dieser Körper aufzusuchen, der sie zugleich von allen übrigen Körpern der Natur unterscheidet. Haben wir einen solchen gefunden, so können wir schon mit einiger Wahrscheinlichkeit schliessen, dass diese karakteristische und ihnen gemeinschaftliche Eigenschaft auf irgend eine Art als mehr oder weniger entfernte Ursache bey Erregung dieser Erscheinungen ins Spiel kommen möchte.

y) *Krause* de Partibus sensilibus humani Corporis in *Ludwig* Scriptores nevrologici. Tom. III. S. 207.

Metalle, Erze, Kohle und das Reifsbley waren jene Körper. Da Elektricität, Wärme, Oxygen in der Natur überhaupt und befonders auch in der thierifchen Oekonomie fo wirkfame Materien find, fo mag eine Vergleichung diefer Körper in Rückficht auf ihre Verhältnifse gegen diefe Materien vielleicht eher wichtige Refultate für diefe Unterfuchung geben.

Bey aller Verfchiedenheit der Beftimmungsart der Leitungskraft der Körper für die Wärme (indem nehmlich einige Naturforfcher hiebey auf die Schnelligkeit, mit der fie in gewiffen Medien abkühlen, andere auf die Schnelligkeit, mit der die Wärme fich durch ihre ganze Ausdehnung ausbreitet, d. h. mit der die Theilchen in jenem Falle die empfangene Wärme verfchiedenartigen, in diefem Falle mit ihnen gleichartigen Theilchen übergeben, Rückficht nehmen), kommen doch alle Naturforfcher darin mit einander überein, die Metalle als die vorzüglichften Leiter der Wärme anzunehmen. Diefe vorzügliche Leitungskraft für Wärme wäre alfo eine karakteriftifche Eigenfchaft für diefelbe, wahrfcheinlich auch für ihre Erze, aber der Kohle mangelt diefer Karakter, und wir müffen alfo einen andern auffuchen.

Diefer fcheint in dem Grade der Leitungsfähigkeit für Elektricität, in welchem diefe Körper alle übrige übertreffen, zu liegen. Alle feuchte Körper, frifche vegetabilifche und thierifche Theile, das Waffer, die zwar auch Leiter für die Elektricität find, ftehen hinter den Metallen, Erzen und der Kohle in der Stärke diefes Vermögens, und jene find gerade auch keine Excitatoren. Von den Erzen find nur diejenige, die der Natur der

der vollkommenen Metalle am nächſten kommen, z. B. die meiſten Schwefelvererzungen, Excitatoren, und gerade dieſe ſind auch beſſere Leiter. Alle Kalche der Metalle, und wahrſcheinlich auch alle Erze, in welchen die Metalle in verkalchtem Zuſtande ſich befinden, z. B. der Zinnober (wie dieſs die bey der Bereitung des Mohrs zum Zinnober vorgehende Entzündung der Miſchung zu beweiſen ſcheint); ferner die metalliſchen Salze ſind entweder eigentlich idioelektriſche Körper, oder ſtehen wenigſtens viel tiefer in der Leitungskraft als die Excitatoren der thieriſchen Elektricität z). Der magnetiſche Eiſenſtein, der ſich ſchon ſehr dem metalliſchen Eiſen nähert, wird mit demſelben wahrſcheinlich ebenfalls eine vorzügliche Leitungskraft für Elektricität gemein haben.

Indeſſen iſt doch dieſe überwiegende Leitungskraft für Elektricität keine ſehr karakteriſtiſche Eigenſchaft dieſer Körper. Einmal fehlen noch genaue Verſuche über die Grade der Stärke dieſes Vermögens bey den verſchiedenen Körpern; auch mag der Unterſchied zwiſchen dem Waſſer und den Erzen wohl nicht ſehr merklich ſeyn, und von gewiſſen Körpern, die keine Excitatoren der thieriſchen Elektricität ſind, läſst ſich der Analogie nach eher ein vorzügliches Leitungsvermögen für Elektricität vermuthen, z. B. von Spieſsglas, ſo wie auf der andern Seite eben dieſer Analogie nach Körpern, die Excitationsfähigkeit haben, vorzügliche Leitungsfähig-

z) ſ. *Gehlers* phyſikaliſches Wörterbuch. II. Theil. S. 875.

W. i. i. Allgem. Beding. — B. Aufstellung eines allg. Characters d. Excitator.

keit für Elektricität abgesprochen werden muſs, z. B. dem Braunſtein. Man könnte noch als einen Beweis von der Richtigkeit des obigen Karakters das Phänomen anführen, daſs gewiſſe Körper durch das Glühen Excitationsfähigkeit erhielten, indem es bekannt iſt, daſs die Hitze Nichtleiter zu Leitern macht, und die Leitungsfähigkeit vermehrt. Da aber jene Körper auch nach ihrer Erkältung noch Excitationsfähigkeit zeigten, und andere Körper im Glühezuſtand dieſelbe nicht erhielten, ſo ſcheint die Erzeugung dieſer Eigenſchaft bey jenen Körpern von einem andern Umſtande vielleicht von einer Reduction in metalliſchen Zuſtand abgehängt zu haben, womit freylich auch zugleich gröſsere Leitungsfähigkeit für Elektricität eintrat.

Eine andere allen Excitatoren gemeinſchaftliche Eigenſchaft iſt Affinität gegen das Oxygen und wahrſcheinlich Mangel deſſelben. Nimmt man bloſs auf das Daſeyn Rückſicht, ſo iſt dieſe Eigenſchaft nicht karakteriſtiſch für dieſelbe, da ſie auch dem Schwefel, Phosphor u. d. g. zukömmt. Vielleicht möchte aber eher die Stärke dieſer Affinität unterſcheidend für jene Körper werden, ſofern ſie wenigſtens darin den Schwefel übertreffen. Daſs mit der Verbindung mit Oxygen zugleich auch Aufhören der Excitationsfähigkeit eintrete, gilt zwar für die meiſten Metalle, ſie mögen nun in den Zuſtand von Salzen oder eigentlichen Kalchen übertreten; aber auch hier macht der Braunſtein eine Ausnahme, und beym Spieſsglas ſpricht wenigſtens keine Erſcheinung entſcheidend für den oxydirten Zuſtand des Metalls in demſelben.

Nach

Nach allem diesem sieht man also, dass die Excitationsfähigkeit mit keiner dieser Eigenschaften so parallel laufe, dass mit dem Daseyn einer derselben auch jene eintrete, oder dieselbe wenigstens nur durch eine grössere Intensität irgend einer dieser Eigenschaften gegeben werde, und dass uns also bis jezt ein allgemeiner Karakter (sofern das nehmliche auch von den andern uns bekannten Eigenschaften dieser Körper gilt), der Excitatoren mangelt, durch welchen gleichsam die Bedingung, welche in der Natur derselben liegt, ausgedrückt würde.

C.

Noch sind aber mit den thierischen mit Nerven versehenen Theilen und den Excitatoren der thierischen Elektricität die Erscheinungen derselben nicht gegeben. Diese Umstände müssen auf eine bestimmte Art mit einander combinirt werden, und somit ergiebt sich die dritte Bedingung, welche in der Verbindungsart der thierischen Theile mit den Excitatoren, und dieser unter sich liegt.

AA.

Die Excitatoren mochten nun in den obigen Versuchen bey Erregung der Zuckungen an die Nerven allein, oder an die Muskeln allein, oder an die Nerven und Muskeln zugleich, entweder unmittelbar angebracht oder mit diesen Theilen vermittelst feuchter Körper in Verbindung stehen, und eben so bey Erregung der Empfindungen die Nerven unmittelbar oder so nah als möglich

lich berühren, oder durch eine gröſsere Strecke von thieriſchen Theilen, durch Waſſer u. ſ. w. mit dieſen Nerven in Verbindung ſtehen, ſo gilt als allgemeine nothwendige Bedingung in Rückſicht auf Verbindung der Excitatoren mit dieſen Theilen dieſs: daſs immer zwiſchen den zwey Armaturen eine Verbindung durch Leiter der Elektricität ſtatt finde, und in dieſer Kette von Leitern der Nerve enthalten ſeyn muſs, deſſen Reizung ſonſt auch Zuckungen in den Muskeln, denen er zugehört, oder eigenthümliche Empfindungen nach Beſchaffenheit des Sinnorgans, deſſen Beſtandtheil er iſt, zur Folge hat.

Es iſt alſo beym Gebrauche von zweyen Excitatoren, ſie mögen nun einerley oder verſchiedenartig ſeyn, nicht hinreichend, daſs z. B. nur der eine Excitator den Nerven bewaffne: und dieſe Nervenarmatur nun vom andern Excitator berührt werde (VI. 1.), ſondern dieſer andere muſs auch entweder den Nerven oder die Muskeln berühren, damit auf dieſe Art die Bedingung einer Kette von Leitern zwiſchen beyden Excitatoren, von welcher der Nerve einen Beſtandtheil ausmacht, erfüllt werde, oder daſs zwar beyde Excitatoren, der eine den Nerven, der andere z. B. eine abgetrennte Gliedmaaſse, die eine Glasunterlage hat, bewaffnen, ſondern dieſe letztere muſs überdieſs mit dem bewaffneten Nerven in irgend einer leitenden Verbindung ſtehen, z. B. durch Berührung der Gliedmaaſse deſſelben, weil nur auf dieſe Art eine vollkommene Leitungskette zwiſchen beyden Armaturen entſteht.

Eben ſo erfolgen auch ohngeachtet der Anlegung der beyden Armaturen an die beyden Cruralnerven doch in keiner von beyden Gliedmaaſsen Zuckungen, wenn dieſe bey ihrer Lostrennung und Entfernung vom Rumpfe noch überdieſs ſelbſt in ihrer Verbindung unter einander getrennt ſind, und eine Glasunterlage haben, weil hier die leitende Verbindung zwiſchen beyden Armaturen fehlt. Dieſe Zuckungen zeigen ſich aber ſogleich in beyden Gliedmaaſsen, wenn dieſelben mit einander in Berührung kommen, weil nun zwiſchen beyden Armaturen eine vollkommene Leitungskette ſtatt hat, in welcher die Nerven beyder Gliedmaaſsen mit begriffen ſind. Auf der andern Seite iſt es aber auch nicht nöthig, daſs die Armaturen an die Nerven, oder Muskeln, oder Sinnorgane unmittelbar angebracht werden, um die Erſcheinungen zu erregen, ſondern dieſe zeigen ſich auch alsdann, wenn jene mit dieſen Theilen bloſs durch Leiter der Elektricität in Verbindung ſtehen (II. IX. 3. XXXII. XXXIII. u. ſ. f.), und zwar hindert ſelbſt eine ſehr ausgedehnte Strecke von ſolchen Körpern (III. 1.) das Entſtehen dieſer Erſcheinungen nicht, wenn nur jedesmal der gehörige Nerve in dieſer Reihe enthalten iſt. Dieſe Körper habe ich oben mit dem beſondern Nahmen Conductoren der thieriſchen Elektricität bezeichnet, um ſie vorzüglich auch von den Excitatoren zu unterſcheiden. Sie entbehren die Eigenſchaft dieſer letztern, jene eigenthümlichen Erſcheinungen für ſich allein durch ſchickliche Anlage an die thieriſche Theile zu erregen, unterbrechen aber ſelbſt die Einwirkung der Excitatoren auf die thieriſchen Theile nicht.

Feuch-

Feuchtigkeit ſcheint ein allgemeines und zwar karakteriſtiſches Prädicat derſelben zu ſeyn. Das Waſſer iſt im Stande alle Körper zu Conductoren der thieriſchen Elektricität zu machen, ſo z. B. die idioelektriſchen Körper, die für ſich auch keine Leiter der thieriſchen Elektricität ſind *). Ob Leitungsfähigkeit für Elektricität eine andere gemeinſchaftliche und zwar karakteriſtiſche Eigenſchaft dieſer Conductoren der thieriſchen Elektricität ſey, iſt eine andere Frage. Das Waſſer giebt ihnen allerdings jenes Vermögen, und Körper, welchen für ſich daſſelbe mangelt, ſind auch keine Leiter der thieriſchen Elektricität, aber ganz karakteriſtiſch iſt doch dieſs Prädicat nicht für ſie, da wir geſehen haben, daſs Körper, welche ſonſt als Leiter der gemeinen Elektricität bekannt ſind, nehmlich die metalliſchen Salze, für ſich keine Conductoren der thieriſchen Elektricität ſind. Unter gewiſſen Umſtänden verhalten ſich die Excitatoren ganz wie die Conductoren (IX. 3.). Vielleicht möchten ſich dieſe Verſchiedenheiten der Körper in Rückſicht auf ihr Verhältniſs gegen die thieriſche Elektricität nach dieſen Verſchiedenheiten in Rückſicht auf ihr Verhältniſs gegen die gemeine Elektricität richten, daſs die vorzüglichſten Leiter dieſer Conductoren und Excitatoren der thieriſchen Elektricität zugleich ſind, daſs diejenigen Körper, welche in Rückſicht auf Leitungsfähig-

*) Dieſen Ausdruck, der eigentlich ſchon eine Erklärung einer Hypotheſe enthält, muſs man nicht auf dieſe Art auslegen, indem ich mich bloſs deſſelben bediene, um eine Erſcheinung einfach und beſtimmt zu bezeichnen.

W. i. 1. C. 13B. Unmittelb. Berühr. d. Excitat. d. Verb. d. einen andern Excitator.

fähigkeit für Elektricität in der Mitte stehen, blosse Conductoren der thierischen Elektricität sind, und endlich die schwächeren Leiter nehmlich eben die metallischen Salze, und alle Nichtleiter jene beyde Eigenschaften zumal entbehren müssen.

BB.

Eine letzte Bedingung liegt in der Verbindungsart der Armaturen unter einander. Unmittelbare Berührung derselben unter einander oder Verbindung durch einen andern Excitator wird zur Erregung der Erscheinungen nothwendig erfordert. Näherung derselben gegen einander auch auf die kleinstmögliche Entfernung oder selbst Verbindung durch blosse Conductoren der thierischen Elektricität schliesst dieselbe aus. Auch muss vor der Berührung oder schicklichen Verbindung jedesmal eine Trennung vorher gegangen seyn, d. h. eine fortdaurende Verbindung hat die Fortdauer der Erscheinungen keinesweges zur Folge. Wenigstens scheint diess für das Entstehen der Zuckungen und Gesichtsempfindungen zu gelten, und die Fortdauer der Geschmacksempfindung macht vielleicht nur eine scheinbare Ausnahme. Da der Fall von Entstehen der Zuckungen im Augenblicke der Trennung beyder Armaturen von einander (XXVIII), doch wohl ein eigenthümlicher irreducibler seyn möchte, und da sich auch dann die Erscheinungen einstellten, wenn zwar beyde Armaturen in Verbindung mit einander waren, aber nun erst die eine derselben in Berührung oder ausser Berührung mit den thierischen Theilen kam, so leidet der oben gegebene Ausdruck diese Verände-

änderung, daſs ſich die Erſcheinungen überhaupt bey der Veränderung des Verhältniſses der Berührung der Armaturen unter einander, oder mit den thieriſchen Theilen in Rückſicht auf Daſeyn einſtellen, und daſs dieſe Veränderung eine nothwendige Bedingung ſey —.

Es entſteht nun noch die Frage, ob Verſchiedenheit der Armaturen, oder wenigſtens Duplicität derſelben, eine nothwendige Bedingung zum Entſtehen der Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität ſey. Die bisherigen allgemeinen Bedingungen AA. und BB., wurden unter der Vorausſetzung des Daſeyns von zweyen Armaturen beſtimmt, und dieſes ſcheint auch wirklich nothwendig zu ſeyn. Der Fall, wo nur eine Metallplatte durch Berührung der Muskeln und ihres Nerven Zuckungen erregte, macht wenigſtens vielleicht nur eine ſcheinbare Ausnahme, indem man ſich jene Platte gleichſam auch in zwey Armaturen getheilt vorſtellen kann; indem nehmlich die Fläche, welche die Muskeln berührt, die Stelle der Muskelarmatur, und die Fläche, welche den Nerven berührt, die Stelle der Nervenarmatur verträte, und der Fall, wo eine bloſse Berührung des Nerven durch den Ring einer Scheere Zuckungen erregte, möchte vielleicht gar nicht hieher gehören, und hier bloſs mechaniſche Reizung, die im Anfange ſo kräftig iſt, gewirkt haben. Uebrigens treten die angeführten allgemeinen Bedingungen ein, ſobald zwey Armaturen gebraucht werden, und verlieren demnach nichts von ihrer Gültigkeit —.

Bey einer nochmaligen Ueberſicht ergiebt ſich für alle dieſe Bedingungen der allgemeine Ausdruck: Appli-

IV. i. i. II. Besondre Bedingungen f. d. Err. e. einzeln Klasse v. solchen Erscheinungen. A für d. Zuckungen.

plication zweyer Körper, welche aus der Klasse der besten Leiter der Elektricität genommen werden müssen, an feuchte Theile, und eine solche Verbindung dieser beyden Körper und der feuchten Theile unter einander, dass zwischen jenen eine freye Circulation der Elektricität durch die besten Leiter, und zwischen diesen zugleich durch Nerven geschehen kann, welche entweder Muskeln oder Sinnorganen zugehören, wird zur Erregung der Erscheinungen der thierischen Elektricität erfordert.

II.

Besondere Bedingungen für die Erregung einer einzelnen Klasse von solchen Erscheinungen.

A. Für die Zuckungen.

I. Eine besondere Bedingung für das Entstehen der Zuckungen, welche in der Natur der Theile, in welchen dieselben sich zeigen, liegt, ist das Daseyn der Reizbarkeit der Muskeln. Durch die narkotischen Gifte wird dieselbe nie so sehr geschwächt, dass nicht dieser Metallreiz noch einige Zeit lang lebhafte Zuckungen erregen sollte. Stärker ist hingegen der Effekt der verstärkten Elektricität, welche alle Reizbarkeit plötzlich und vollkommen zerstöhrt, weswegen auch der Reiz der Excitatoren in Muskeln, durch welche ein heftiger Schlag der elektrischen Flasche seinen Lauf nahm, keine Zuckun-

W. i. i. M. befördere Bedingungen p —

gen zu erregen im Stande ist. Heisses Wasser, Schwefeldämpfe, gehören auch zu den wirksamern Zerstöhrungsmitteln der Reizbarkeit, weswegen dann auch der Reiz der thierischen Elektricität auf Muskeln, die den Einfluss dieser Körper erfahren haben, grösstentheils seine Wirksamkeit verlohren hat. Langsamer wird die Reizbarkeit durch den Reiz der thierischen Elektricität selbst erschöpft, weswegen dann auch nach Wiederholung der Versuche einige Stunden hindurch die Excitatoren unwirksam sind.

II. Eine besondere Aufmerksamkeit verdient die Unterbindung des Nerven. Sie ist nicht im allgemeinen, sondern nur unter besondern Umständen dem Entstehen der Zuckungen hinderlich, und zwar ergiebt sich damit folgende nähere Bedingung:

Zwischen den zwey Armaturen muss immer ein solcher Theil des Nerven enthalten seyn, dessen Reizung an ihrer Wirkung auf die Muskeln, in die er sich vertheilt, nicht gehindert wird, sondern Zuckungen in denselben zu erregen im Stande ist. Hierauf reducirt sich der Umstand, dass sich allerdings auch, ohngeachtet der Application der einen Armatur an den Nerven oberhalb dem Bande, Zusammenziehungen einstellten, wenn nur die andere Armatur den Nerven unterhalb dem Bande oder die Muskeln berührte, dass alle Wirkung aufhörte, wenn die beyden Armaturen den Nerven oberhalb dem Bande berührten u. s. f.

III. *Fowler* hält eine Communication der Metalle mit den Muskeln durch irgend ein gut leitendes Medium für eine nothwendige Bedingung zur Erregung der Zuckungen

A. f. d.

gen *a*), aber gewiſs mit Unrecht. Im Falle nehmlich z. B. beyde Metalle den Nerven berühren, wird weiter keine andere leitende Verbindung derſelben mit den Muskeln als durch dieſen erfordert, die *Fowler* hingegen nicht für zureichend hält. Er beruft ſich zwar hiebey auf den Verſuch, daſs wenn er den Nerven abtrocknete, oder an der Luft von ſelbſt trocken werden lieſs, er bey der Berührung deſſelben mit den beyden Metallen keine Zuckungen habe erregen können, die ſogleich entſtanden ſeyen, wenn er denſelben mit einigen Tropfen Waſſer befeuchtet habe. Dieſem widerſprechen aber gerade zu meine Verſuche. So lange der Nerve Empfindlichkeit für Reize überhaupt behielt, ſo zeigten ſich, auch wenn er ganz trocken gemacht war, dennoch Zuckungen bey der Berührung deſſelben mit beyden Metallen, und hatte er dieſe Empfindlichkeit verlohren, wie dieſs gewöhnlich bey ſeiner Austrocknung an der Luft geſchieht, ſo war auch dieſes Befeuchten fruchtlos. *Fowler* beruft ſich ferner darauf, daſs in dem Verſuche, wo beyde Metalle bloſs durch das Medium des Waſſers mit dem Nerven in Verbindung ſtanden, durch dieſes auch zugleich eine Communication zwiſchen jenen und den Muskeln ſtatt gefunden habe (XXXVI). Aber auch dann, wenn bloſs die Nerven in das Waſſer eingetaucht waren, und die Muskeln frey in der Luft hiengen, zeigten ſich unter den nehmlichen Umſtänden Zuckungen, und von gleichem Innhalte ſind die unter XXXII. angeführten

a) a. a. O. S. 26-29.

führten Erſcheinungen. Man kann alſo mit völliger Zuverläſsigkeit behaupten, daſs *Fowlers* Bedingung keine gültige ſey. Dieſe Betrachtung wird dadurch beſonders wichtig, daſs damit alle Hypotheſen, welche ſich auf die Nothwendigkeit einer Communication zwiſchen der äuſsern und innern Fläche der Muskeln gründen, ihre Stütze verlieren.

IV. Zur Erregung der Zuckungen iſt ſpecifiſche Verſchiedenheit der Armaturen keine nothwendige Bedingung. Sollte aber nicht irgend eine andere, wenn auch nicht ſehr merkliche Verſchiedenheit derſelben erforderlich ſeyn? In dem Falle, wo beyde Armaturen vom nehmlichen Metalle genommen wurden, kann man zwar nicht wohl eine Verſchiedenheit zwiſchen denſelben in Miſchung, ſpecifiſcher Schwere, ſpecifiſcher Wärme annehmen, aber vielleicht könnte doch eine Verſchiedenheit in der Oberfläche und damit etwa in der Leitungsfähigkeit für Elektricität und andere ähnliche Fluida ſtatt gefunden haben. Das nehmliche würde auch für den Fall gelten, wo nur eine Metallplatte die Muskeln und den Nerven berührte. *Volta* glaubt auch, daſs die Wirkung einem, wenn auch nur unmerklichen, Unterſchied der Metalle zuzuſchreiben ſey *b*).

B. Für die Empfindungen.

I. Nicht auf alle Sinnorgane wirkt die thieriſche Elektricität. Es fragt ſich alſo, welche eigenthümliche Beſchaf-

b) a. a. O. Vorrede. S. II.

W. i. ü. V. d. Gesetzen, welch. d. Ersch. d. thier. El. folgen.

schaffenheit ist es, welche gewissen Sinnorganen Empfänglichkeit für diesen Reiz giebt, oder wenigstens damit coexistirt. Blofslegung der Nerven in einem mehr oder minder flüssigen Medio, das den Durchgang der Elektricität erleichtert, scheint zwar jenen Sinnorganen gemeinschaftlich zuzukommen, da aber in der Nashöhle die Ausbreitung der Nerven ganz analog mit jener auf der Zunge ist, ohne dafs dieser Reiz auf das Geruchsorgan wirkt, so scheint vielmehr jene eigenthümliche Beschaffenheit in einer specifischen Empfindlichkeit derselben zu liegen, woraus sich dann auch die Unempfindlichkeit mancher Zungen erklären, oder dieselbe vielmehr auf das allgemeine Phänomen der Idiosynkrasie reduciren läfst, welche in nichts anderm als in dem Mangel einer solchen specifischen Empfindlichkeit, oder in dem wiedernatürlichen Daseyn einer solchen für einen gewissen Reiz liegt.

II. Für die Erregung der Empfindungen gilt eher specifische Verschiedenheit der Armaturen als eine nothwendige Bedingung, die sogar nicht immer hinreichte, denselben die Excitationsfähigkeit zu geben.

Zweytes Kapitel.

Von den Gesetzen, welchen die Erscheinungen der thierischen Elektricität folgen.

Die Wichtigkeit dieser Betrachtung fällt von selbst in die Augen. Durch Feststellung der Gesetze wird uns die Uebersicht der verschiedenen Erscheinungen erleichtert, die Heterogeneität in harmonische Anschauung

IV. i. ii. V. d. Gesetzen, welchen die Erschei-

glücklich verwandelt, und wir zur Erforschung der Ursache immer mehr vorbereitet, da constantes Coexistiren von Veränderungen in den äussern Umständen mit Veränderungen in den Eigenschaften der Erscheinungen irgend eine wechselsweise ursachliche Beziehung vermuthen läst. Freylich dürfen wir hiebey nie vergessen, dass Reduction einzelner weniger Fälle noch keine allgemeine Gültigkeit gewährt, und dass Gesetze nur dann Wichtigkeit, Festigkeit und Zuverläsigkeit erhalten, wenn sie sich auf eine Induction aus einer grossen und mannichfaltigen Reihe von Versuchen und damit gegebenen Erscheinungen gründen.

In den obigen Versuchen zeigten sich vorzüglich Verschiedenheiten in der Lebhaftigkeit der Erscheinungen der thierischen Elektricität, und noch speciell in den Versuchen über die Erregung von Zuckungen, Verschiedenheiten in der Dauer der Zeit, innerhalb welcher sich jene Zusammenziehungen in Muskeln, die keine Theile eines belebten Organismus mehr ausmachten, erwecken liessen. Diese Verschiedenheiten traten immer mit gewissen Verschiedenheiten in den äussern Umständen, welche zur Entstehung dieser Erscheinungen nöthig sind, ein. Es fragt sich also, welche Veränderungen in diesen äussern Umständen liefen constant mit den Veränderungen in jenen Eigenschaften parallel.

Da die Verschiedenheiten in der Lebhaftigkeit der Zuckungen, zu deren Bestimmung theils die Grösse der Anschwellung der Muskeln, theils die damit eintretende Stärke der Ausdehnung der vor der Anbringung des Reizes jedesmal gänzlich zusammengebogenen hintern

Glied-

reagen der thierischen Electr. folgen.

Gliedmaaſse als Maasſtab gebraucht wurde, mit den Verſchiedenheiten in der Dauer der Wiedererweckbarkeit derſelben gleich liefen, ſo nehmlich, daſs die lebhaftern Zuckungen jedesmal auch eine längere Zeit hindurch erregt werden konnten, als die ſchwächern Zuckungen, ſo paſſen alſo die Geſetze, denen die Verſchiedenheiten in dem einen dieſer Prädicate folgen, völlig auf die Verſchiedenheiten in dem andern, und ihre Betrachtung iſt daher auch eine gemeinſchaftliche. Zugleich reiht ſich an dieſelbe ſehr leicht die Betrachtung der Geſetze für die Verſchiedenheiten in der Lebhaftigkeit der Empfindungen an, da, wie wir bald ſehen werden, die Geſetze für beyde Klaſſen von Erſcheinungen mit einander überein kommen, und es ſoll daher jedesmal nur die Anwendbarkeit der Geſetze für die Zuckungen auf die Empfindungen kurz bemerkt werden —.

Einer der wichtigſten Umſtände, der auf die Beſchaffenheit der Zuckungen einen Einfluſs hatte, war die Natur der Excitatoren. Es fragt ſich alſo, welche Veränderungen in irgend einer Eigenſchaft dieſer Körper, in welcher ſie mit einander übereinkommen, coexiſtirten beſtändig und gleichförmig mit den Veränderungen in der Stärke und Dauer der Zuckungen, und zwar in dem gemeinſchaftlichen Prädicate G r ö ſ s e. In meiner erſten Abhandlung über dieſe Materie hatte ich die mir damals bekannten Erſcheinungen alle unter ein Geſetz, das von der Leitungsfähigkeit der Excitatoren für die elektriſche Materie hergenommen war, vereinigt. Für den Fall, wo Armaturen von einerley Metall an die Muskeln und Nerven angebracht wurden, hatte ich die

 Ver-

W. i. u. V. d. Gesetzen, welchen d. Erschei-

Verſchiedenheiten in der Lebhaftigkeit der Zuckungen auf das Geſetz reducirt, daſs die Stärke der Zuckungen mit der Gröſse der elektriſchen Leitungsfähigkeit des zu den Armaturen angewandten Metalls ſtehe. Die noch mannichfaltigeren Verſchiedenheiten in der Stärke und Dauer der Zuckungen, welche von den Verſchiedenheiten zweyer ungleicher Armaturen abhiengen, lieſsen ſich dem Geſetz unterordnen: daſs die Stärke und Dauer der Zuckungen in geradem Verhältniſs mit der Gröſse der Verſchiedenheit der elektriſchen Leitungsfähigkeit beyder Armaturen ſtehe, und dieſes Geſetz war auch für die Empfindungen gültig gefunden worden. Die **Kohle** allein ſchien mir damals eine Ausnahme zu machen, weil ſie den Metallen in Rückſicht auf Leitungsfähigkeit für Elektricität gewöhnlich nachgeſetzt wird. Ich äuſserte aber damals die Vermuthung, daſs, da nur die ſehr gut ausgebrannte Holzkohle zur Erregung der Erſcheinungen taugte, dieſe vielleicht gerade zu den beſten Leitern der Elektricität gehören möchte. Dieſe Vermuthung finde ich nun durch **Prieſtleys** Bemerkung *b*), daſs die wohlausgebrannte Kohle zu den beſten Elektricitätsleitern gehöre, und in dieſer Rückſicht ſelbſt von den vollkommenſten Metallen nicht übertroffen werde, beſtätigt, wodurch dann jenes Geſetz eine noch gröſsere Allgemeinheit erhalten würde. Auch für den Fall, wo die Verſchiedenheit der Vertheilung der zwey-

b) Exper. and obſerv. relat. to different Branches of natur. Philoſ. Vol. I. p. 425.

zweyerley Armaturen an die Muskeln und Nerven eine Verſchiedenheit in der Lebhaftigkeit der Zuckungen zur Folge hatte, hatte ich den Ausdruck gefunden, der alle die darauf ſich beziehenden Erſcheinungen vereinigte: daſs nehmlich die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen gröſser ſey, wenn das mit gröſserer Leitungsfähigkeit begabte Metall die Muskeln, und der ſchlechtere Leiter den Nerven bewaffne als umgekehrt.

Endlich hatte ich noch dieſe drey Geſetze, und ſomit alle die mannichfaltigen Verſchiedenheiten in der Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen, welche von der Beſchaffenheit der Armaturen und der Art ihrer Vertheilung abhiengen, in dem allgemeinern Geſetze zuſammen gefaſst: daſs die Stärke und Dauer der Zuckungen im zuſammengeſetzten Verhältniſs der Gröſse des Unterſchieds der elektriſchen Leitungsfähigkeit beyder Metalle, und der Gröſse der Leitungsfähigkeit des an die Muskeln angebrachten Metalls ſtehe, ein Geſetz, das mit der gehörigen Beſtimmung vollkommen auch für die Empfindungen gilt —.

Meine inzwiſchen angeſtellte zahlreichere Verſuche haben mich aber gelehrt, daſs ſich ſchon einige Ausnahmen zeigen, wenn man dieſs Geſetz auch nur für die Metalle gelten läſst, daſs aber der Ausnahmen ſo viele als der beſtätigenden Fälle ſeyn würden, wenn man ihm eine gröſsere Allgemeinheit geben, und daſſelbe auf alle Excitatoren ausdehnen wollte.

Zwar reducirt ſich von den Erſcheinungen, welche mich meine neuern Verſuche lehrten, das Verhältniſs des Zinks auf dieſs Geſetz. Dieſer als ein Halbmetall

W. i. u. V. d. Geſetze, welchen die Elektric.

hat eine geringere Leitungsfähigkeit für Elektricität, als die ganzen Metalle, folglich müſste er als das eine Extrem mit den andern Extremen, deren Leitungsfähigkeit am vorzüglichſten iſt, z. B. mit Gold, Silber, Kohle am beſten, beſſer als z. B. Zinn, Bley mit dieſen wirken, ferner mit allen dieſen Metallen dann die lebhafteſten Zuckungen erregen, wenn er den Nerven bewaffnete, während dieſe an die Muskeln angebracht würden, und alles dieſs beſtätigte auch die Erfahrung. Eine andere Beſtätigung dieſes Geſetzes iſt das ganz ähnliche Verhalten der Platina wie das des Goldes, Silbers, mit denen ſie auch vorzüglichere Leitungsfähigkeit für Elektricität gemein hat. Aber ſchon die Halbmetalle Wismuth, Arſenik, Spieſsglas machen eine Ausnahme, indem dieſe mit Gold, Silber, Platina beſſer hätten wirken ſollen, als Zinn, Bley mit den edlen Metallen, weil der Unterſchied in der elektriſchen Leitungsfähigkeit zwiſchen dieſen und den Halbmetallen gröſser iſt, als zwiſchen dem Bley, Zinn und den edlen Metallen. Ferner hätten dieſe Halbmetalle als Nervenarmaturen mit dem Zinn, Bley als den beſſern Leitern einen ſtärkern Effekt hervorbringen ſollen, als im umgekehrten Falle. Von allem dieſem ſagte aber die Erfahrung das Gegentheil. Vollends entſcheidend iſt die Ausnahme, welche die Erze machen, welche jenem Geſetze zufolge mit den edlen Metallen am beſten hätten wirken, und im Verhältniſs mit allen Metallen als Nervenarmaturen (ſofern ſie die ſchlechteſten Leiter ſind) die lebhafteſten Zuckungen hätten hervorbringen ſollen, von welchem die obige Verſuche gerade das Gegentheil ſagten.

Nach

Nach allem diesem scheint also jenes Gesetz, unter das sich die Erscheinungen, welche die vollkommenen Metalle zeigten, so gut ordneten, in seiner Allgemeinheit wenigstens aufgegeben werden zu müssen. Vielleicht aber wird es nur durch einen andern Umstand modificirt, der den Erzen diese Stelle anweist. da sie, wenn sie dem Gesetze von der Leitungsfähigkeit ungestöhrt folgen könnten, die Stelle, welche ihnen dies Gesetz anweist, wirklich einnehmen würden. Vielleicht muss die Verschiedenheit in der Leitungsfähigkeit mit dem Unterschiede der specifischen Schwere, oder der specifischen Wärme dividirt oder multiplicirt werden, um alle Fälle zu rubriciren. Für sich allein geben indessen diese Eigenschaften kein Gesetz, d. h. man findet keine Veränderungen in ihnen in Rücksicht auf Grösse constant mit Veränderungen in der Grösse des Effekts in einem geraden oder verkehrten Verhältnisse coexistiren. Die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen steht z. B. in keinem weder geraden noch umgekehrten Verhältniss mit der Grösse des Unterschieds in der specifischen Schwere beyder Armaturen. Zwar wirken unter den Metallen die, zweyerley Extreme in Rücksicht auf specifische Schwere am besten mit einander, nehmlich Gold, Platina als die specifisch-gewichtigsten mit Eisen, Zinn, Zink als den specifisch-leichtesten. Aber auf der andern Seite wirken Bley und Quecksilber viel besser mit Gold, Platina, als Eisen, Kupfer mit eben diesen, ohngeachtet der Unterschied zwischen der specifischen Schwere von jenen und der des Goldes, der Platina nicht so gross ist, als zwischen diesen und dem Zinn, Eisen. Eine ähnliche

W. i. u. V. d. Gesetzen, welchen d. Erschein.

che Ausnahme machen auch das Kupfer und der Zink, die, ohngeachtet der geringern Verschiedenheit ihrer specifischen Schweren, weit stärker mit einander wirken, als Kupfer mit dem Silber, Gold, Platina. Vollends läst sich diess Gesetz gar nicht auf die Erze anwenden. Hier habe ich das Gesetz, dass die Grösse des Effekts mit der Grösse des Unterschieds im geraden Verhältniss stehe, auf die Erscheinungen angewandt; man sieht aber daraus zugleich, dass, wenn schon das entgegengesetzt ausgedrückte Gesetz mehr Fälle unter sich begreift, dasselbe doch auch wieder manche Ausnahmen leidet *c*). Das nehmliche gilt auch für die specifische Wärme, man mag dieselbe nun für gleiche Volumina oder für gleiche Gewichte bestimmen. Vielleicht geben aber eher andere Verhältnisse der Excitatoren zu der Wärme die Grundlage zu einem Gesetze. Dahin gehört die Ausdehnbarkeit durch die Wärme. Soweit Versuche hierüber belehren, läst sich allerdings das Gesetz aussprechen: dass die Grösse des Effekts im zusammengesetzten Verhältnisse der Grösse des Unterschieds der Ausdehnbarkeit durch die Hitze zwischen den zwey Metallen, und der Grösse der Ausdehnbarkeit des an den Nerven angebrachten Metalls stehe. Bley und Quecksilber sind die ausdehnbarsten Metalle, Gold das am wenigsten ausdehnbare, und diese sind am wirksamsten mit ein-

c) Man sehe hierüber die Tafel für die specifischen Schweren der Körper in *Grens* Grundriss der Naturlehre. IIte Auflage. S. 230.

einander. Auch das Zinn gehört zu den mehr, und das Silber, Kupfer zu den weniger ausdehnbaren Metallen, und eben jenes wirkt ſehr lebhaft mit dieſen. Freylich kommen auch hier einige Ausnahmen vor, ſo wie auch alsdann, wenn man auf die Leitungsfähigkeit für Wärme Rückſicht nehmen wollte.

Das Verhalten des Bleys und Silbers mit einander, wovon jenes der ſchlechteſte und dieſes der beſte Wärmeleiter iſt, (wenn ich nehmlich die Beſtimmung der Leitungskraft nach *Ingenhouſz* zum Grunde lege *d*) rechtfertigt zwar das Geſetz, daſs die Stärke des Effekts im geraden Verhältniſs mit der Gröſse des Unterſchieds der Leitungsfähigkeit für die Wärme ſtehe, auch wird daſſelbe dadurch beſtätigt, daſs das Gold, Kupfer, die nach dem Silber als die beſten Wärmeleiter ſich verhalten, mit dem ſchlechteſten Leiter dem Bley beſſer wirken, als das Zinn, Eiſen mit eben dieſem, und wirklich ſubordinirt ſich das Verhalten des Goldes, das ſchwächer mit den ſchlechtern Leitern der Wärme, als das Silber, wirkt, beſſer unter dieſs Geſetz, als unter jenes obige von dem Unterſchiede der elektriſchen Leitungsfähigkeit. Nur machen auch hier das Zinn und die Platina durch ihr Verhalten gegen die übrigen Metalle eine Ausnahme.

Soweit wären alſo alle Verſuche miſsglückt, ein Geſetz zu finden, unter das ſich die mannichfaltigen Verſchiedenheiten der Stärke und Dauer der Zuckungen, ſo wie der Lebhaftigkeit der Empfindungen, die von den

d) *Grens* Journal der Phyſik. I. B. S. 154.

W. i. u. V. d. Gesetze, welchen die

den Verschiedenheiten der angewandten Armaturen abhiengen, bringen liessen, ein Gesetz, das die Uebersicht derselben erleichterte, und uns zugleich mit irgend einer merkwürdigen Beziehung, in der die Veränderungen in irgend einer Eigenschaft der Excitatoren mit den Veränderungen in einem Hauptmomente dieser Erscheinungen, nehmlich ihrer Intensität stehen, bekannt machte. Vielleicht liegt die Schuld hievon nur daran, dass jene Körper nach den von ihnen betrachteten Eigenschaften noch nicht genau genug untersucht sind, was gewiss zum Theil von der Leitungsfähigkeit für die elektrische Materie gilt, deren oben angeführte Grössenbestimmung bey den verschiedenen Körpern wohl noch wichtige Abänderungen leiden möchte; vielleicht wirken hier bisher noch unbekannte Kräfte und Eigenschaften dieser Körper, deren Kenntniss uns ein Gesetz darbieten würde, Excitationskraft für elektrisches Fluidum oder Leitungskraft für ein demselben analoges Fluidum, das bey der Erregung dieser Erscheinungen wirksam ist, vielleicht sind dann den Unterschieden in einer solchen Eigenschaft die Verschiedenheiten des Effekts zuzuschreiben —.

Ein anderer wichtiger Umstand, dessen Verschiedenheiten sehr merkliche und constante Verschiedenheiten in der Stärke und Dauer der Zuckungen zur Folge hatten, war die Beschaffenheit der Körper, welche die leitende Verbindung zwischen den Armaturen machten. Eingehen des Nerven von jenen Muskeln, in welchen die Zuckungen sich zeigten, in jene leitende Verbindung ist, wie wir gesehen haben, eine nothwendige

Bedin-

Erscheinungen d. thier. Elektr. folgen

Bedingung zur Erregung derſelben. Allein bald machten dieſe Nerven allein jene leitende Verbindung, dann nehmlich, wenn beyde Armaturen an ſie unmittelbar angebracht wurden, und zwar mit einer gröſsern oder kleinern Strecke, im Zuſtande der Integrität oder der Unterbindung und Durchſchneidung, bald neben den Nerven noch die Muskeln oder andere Körper von ſehr verſchiedener Natur, Waſſer, feuchte Stoffe aller Art, die Metalle, Erze, und je nach Verſchiedenheit dieſer Umſtände trat auch eine Verſchiedenheit in der Stärke und Dauer der Zuckungen ein. Nehmen wir nun bloſs auf die Verſchiedenheiten in dem Verhalten des Nerven, ſofern er als Leiter betrachtet wird, Rückſicht, ſo ergiebt ſich dieſes allgemeine Geſetz:

Die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen iſt um ſo gröſser, je gröſser die Strecke des noch für Reize, die Muskularzuſammenziehungen hervor bringen können, empfindlichen Nerven iſt, durch welche elektriſches Fluidum, das von einer Armatur zur andern ſtröhmen wollte, ganz allein durchgeleitet werden könnte, und um ſo geringer, je kleiner dieſe Strecke iſt, und folglich am geringſten, wenn kein ſolcher Theil des Nerven ein ausſchlieſsender Leiter zwiſchen beyden Armaturen iſt.

Auf dieſs Geſetz reduciren ſich alle die mannichfaltigen Erſcheinungen, welche III. 1-7. V. 1. 4. VII. 2-5. VIII. 1-3. IX. 4. XXXII. XXXIII. u. a. O. erwähnt worden ſind. In meiner Diſſertation hatte ich dieſs Geſetz ſo ausgedrückt, daſs die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen um ſo gröſser ſey, je weniger die Nerven

ven der Muskeln, in welchen die Zuckungen entſtehen und ihre Armaturen von Körpern umgeben und berührt werden, welche die Elektricität ableiten und zerſtreuen. Dieſs Geſetz erhält aber nun die nähere, für die Theorie höchſt wichtige Beſtimmung, daſs dieſe Elektricitätsleiter, mit denen der Nerve und ſeine Armatur umgeben iſt, nur dann ihren nachtheiligen Einfluſs auf die Stärke der Zuckungen merklich zeigen, wenn ſie neben dem Nerven eine vollkommene Ableitung bis zu den Muskeln machen, an welche der Excitator angebracht iſt, oder damit durch Leiter in Verbindung ſteht. In den Verſuchen, welche unter III. aufgezählt worden ſind, wurde die Lebhaftigkeit der Zuckungen durch die Entfernung des Beckens ſo auffallend vermehrt, und gerade hier machte nun die ganze Strecke des Nerven zwiſchen der Armatur und den Muskeln, an welche der Excitator angebracht war, den einzigen Conductor aus, da hingegen bey der Unterlage des Beckens dieſes mit ſeinen feuchten (ſofern er nehmlich nun ganz mit Luft, oder auch neben dieſer zum Theil mit Glas umgeben war) Theilen neben dem Nerven eine ſolche leitende Verbindung machte. In den Verſuchen über den Erfolg der Unterbindung des Nerven wurde der Effekt ſogleich merklich geſchwächt, wenn von dem Orte des Bandes an neben dem Nerven noch andere Körper eine Ableitung zu den Muskeln machten. Ob aber dieſe Leiter über das Band hinaus ſich erſtreckten oder nicht, war gleichgültig, und gerade der Theil des Nerven über dem Bande, der folglich im letztern Falle ein ausſchlieſsender Leiter von der Nervenarmatur aus geweſen

wäre,

wäre, entbehrte die Eigenschaft, welche zugleich in den Ausdruck des obigen Gesetzes aufgenommen worden ist, Empfindlichkeit für Reize, die sich durch Zuckungen äusserte. Wenn die Leiter, welche neben dem noch für Reize empfindlichen Theile des Nerven unterhalb dem Bande der Elektricität einen Weg verstatteten, weiter hinabgeschoben wurden, so vermehrte sich nun die Lebhaftigkeit der Zuckungen auffallend, und gerade itzt war ein Theil des empfindlichen Nerven der einzige und ausschliessende Conductor der Elektricität von einer Armatur zur andern. Wurde das Band unmittelbar beym Eintritte des Nerven in die Muskeln angelegt, so war nun von der Nervenarmatur an bis zum Bande nur der für Reize unempfindliche Nerve der ausschliessende Conductor für die Elektricität, und unterhalb dem Bande gestattete die Oberfläche der Muskeln der Elektricität einen freyen Weg, wo höchstens einzelne Nervenfäserchen dieselbe zugleich fortleiten würden, und gerade itzt zeigten sich keine oder wenigstens nur sehr schwache Zuckungen, wie auch in dem Falle, wenn die beyden Armaturen unmittelbar an die Oberfläche der Muskeln angebracht wurden, wo in Rücksicht auf die leitende Verbindung zwischen denselben ein ähnlicher Fall eintrat. In den Versuchen VII. 2-5., wo die Nerven der beyden Gliedmaassen eine leitende Verbindung zwischen beyden Armaturen machten, waren die Zuckungen immer am lebhaftesten in der Gliedmaasse, deren Nerve mit einer grössern Strecke diese Leitungskette bilden half, während der andere Nerve nur einem kleinen Theile nach dieselbe ausmachen half; ferner nahmen in denen

W. 1. u. V. d. Geſetzen, welchen die Er-

unter V. S. 25. aufgezählten Verſuchen die Zuckungen an Lebhaftigkeit zu wie die Strecke des zwiſchen beyden Armaturen enthaltenen Nerven, und bey der gemeinſchaftlichen Armatur beyder Cruralnerven (S. 20.) waren die Zuckungen in beyden Gliedmaaſsen ſchwächer, und verſchwanden auch eher, als die Zuckungen, die nur in einer einzelnen durch bloſse Armatur ihres Nerven erregt wurden, wo alſo im erſtern Falle beyde Nerven eine leitende Verbindung zwiſchen beyden Armaturen machten, im letztern Falle aber nur ein Nerve der ausſchlieſsende Leiter war. Dieſe und noch viele andere oben erzählte Erſcheinungen beſtätigen vollkommen das angeführte Geſetz.

Die obigen Verſuche zeigten zugleich eine Verſchiedenheit in der Schwächung des Effekts, nach Verſchiedenheit des Körpers, welcher die Ableitung neben dem Nerven machte. Ich meine hier jene Verſuche, wo der Leiter nicht zugleich in Berührung mit der Nervenarmatur war. Da die Lebhaftigkeit der Zuckungen gerade nur durch ſolche Körper geſchwächt wurde, welche Leiter der Elektricität ſind, ſo ſollte man mit Recht vermuthen, daſs ſich dieſe Verſchiedenheiten in der Schwächung nach den Verſchiedenheiten in der elektriſchen Leitungskraft dieſer verſchiedenen Körper bequemen würden. Aber ein flüchtiger Anblick der Ordnung, in welcher ſich jene Körper in Rückſicht auf die Grade dieſer Schwächung folgen, belehrt von dem Gegentheile. Auch hier, wie oben, geben die verſchiedenen Eigenſchaften jener Körper kein Geſetz für dieſe Verſchiedenheiten, vielleicht ſtehen ſie, wie dort die Verſchiedenheiten

in

in der Stärke der erregten Zuckungen, in einer Beziehung mit den Verſchiedenheiten der Leitungskraft dieſer verſchiedenen Körper für ein hier wirkſames Fluidum.

Anders verhielten ſich die Veränderungen in der Stärke der Zuckungen, wenn jene Körper unmittelbar von der Nervenarmatur aus die Ableitung machten.

Laſſen ſich aber vielleicht die mancherley Verſchiedenheiten in dem Verhalten der Zuckungen in Rückſicht auf Entſtehen, Lebhaftigkeit und Dauer, welche von der Verſchiedenheit der Ableiter von der Nervenarmatur aus abhiengen, eher unter einen allgemeinen Ausdruck bringen? Nennen wir von den 2 Armaturen diejenige poſitiv, welche bey der Application an die Muskeln am beſten wirkt, und diejenige negativ, die bey der Bewaffnung des Nerven den ſtärkſten Effekt erregt, ſo ſcheinen ſich jene mannichfaltigen Erſcheinungen auf dieſen Ausdruck zu reduciren:

Beym Gebrauche von poſitiven Excitatoren wurde der Effekt ſtets durch poſitive Ableiter (beyde nehmlich in Beziehung auf die Nervenarmatur betrachtet) geſchwächt, und zwar ſtand die Schwächung im geraden Verhältniſs mit der Gröſse der Wirkſamkeit des Ableiters in Beziehung auf die Nervenarmatur, durch negative Ableiter hingegen verſtärkt und zwar ebenfalls in geradem Verhältniſs mit der Gröſse der Wirkſamkeit des negativen Ableiters als Excitators mit der Nervenarmatur gebraucht, und ſo umgekehrt beym Gebrauche von negativen Excitatoren.

Aus den obigen Verſuchen erhellt, daſs ſich die Zukkungen allerdings auch zeigen, wenn die Armaturen

W. i. u. V. d. Gesetzes, welche d. Er-

nicht unmittelbar an die Muskeln und Nerven, sondern überhaupt an feuchte Körper aller Art angebracht werden. Hier nun zeigten sich bedeutende Verschiedenheiten in der Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen, je nach Verschiedenheit der Beschaffenheit dieser feuchten Körper sowohl, als der Art ihrer Verbindung mit den thierischen Theilen. Da nehmlich die Zuckungen nur sehr schwach waren, wenn beyde Armaturen bloss an eine nasse Schwammunterlage des Nerven, die mit den Muskeln in keiner Verbindung stand, angebracht wurden, da die Stärke des Effekts zunahm, so wie der Nerve in einer grössern Strecke die Schwammunterlage berührte, oder da beyde Nerven auf diese Schwammunterlage gebracht wurden, da die Zuckungen ebenfalls lebhafter wurden, wenn die Schwammunterlage des Nerven mit den Muskeln in Berührung gebracht wurde, da bey der Eintauchung der Gliedmaassen in Wasser, Milch u. d. g. die Lebhaftigkeit der Zuckungen mit der Tiefe, zu welcher die Gliedmaassen eingetaucht wurden, zunahm, da bey der Berührung der Muskeln mit der Hand die Zuckungen lebhafter waren, wenn dieselbe den Schenkel umfasste, als wenn nur eine Fingerspitze ihn leicht berührte, so ergiebt sich für alle diese Verschiedenheiten das allgemeine Gesetz: Die Stärke und Dauer der Zuckungen steht in geradem Verhältniss mit der Ausdehnung der Verbindung zwischen den feuchten Theilen, an welche die Excitatoren angebracht, und den thierischen Theilen, durch welche und in welchen jene Erscheinungen erregt werden.

Erscheinungen d. thier. El. folgend.

Aufser der Verbindung mit den thierifchen Theilen kömmt auch die Befchaffenheit diefer feuchten Theile in Betracht. Da die Zuckungen fchwächer waren, und nur unter den günftigften Umftänden erfchienen, wenn die Verbindung der Excitatoren mit den Muskeln oder Nerven durch die Hand gefchah, da der Effekt an Stärke zunahm, wenn die Hand, da wo der Excitator fie berührte, nafs gemacht wurde, da die Zuckungen viel fchwächer waren, wenn die Armatur die Hautbedeckung der Muskeln, als wenn fie die Muskeln unmittelbar berührte, da ferner bey der Berührung des Waffers, in das die Gliedmaafsen eingetaucht waren, die Zuckungen fich mit einer fo grofsen Lebhaftigkeit zeigten u. f. w. fo fcheint daraus die allgemeine Bemerkung hervorzugehen, dafs die Stärke des Effekts im geraden Verhältnifs mit der elektrifchen Leitungsfähigkeit des Körpers, an welchen die Armaturen angebracht werden, oder mit der Vollkommenheit der leitenden Verbindung diefer Armaturen mit den thierifchen Theilen ftehe. Freylich hat diefe Zunahme des Effekts mit der gröfsern Vollkommenheit der leitenden Verbindung mit den thierifchen Theilen eine gewiffe Gränze. Denn beffere Leiter als das Waffer, nehmlich die Metalle, wenn fie einen Theil der leitenden Kette, welche zu den Muskeln und Nerven führt, ausmachen, vermehren nicht den Effekt, fondern er bleibt der nehmliche, wenn nun an ihre Stelle naffe Schwammftückchen gebracht werden, auch ift unter ihnen felbft in diefer Rückficht kein merklicher Unterfchied. Wird alfo blofs nach einem Gefetz gefragt, nach dem fich die Verfchiedenheiten des

W. i. ü. V. d. Gesetzen, welchen die Erschei-

Effekts, die von der Verſchiedenheit des bewaffneten Theils abhiengen, richtet, ſo möchte eher der Ausdruck paſſen: daſs die Stärke des Effekts mit der Menge des Waſſers des bewaffneten Theils in Verhältniſs ſtand —.

Sollte ſich die Verſtärkung des Effekts bey der unmittelbaren Berührung der thieriſchen Theile ſelbſt, nehmlich der Nerven und Muskeln, zuſammengehalten mit einigen Erſcheinungen, wo bey der Bewaffnung naſſer Unterlagen des Nerven die Stärke der Zuckungen abnahm, ſo wie die Entfernung der Armaturen vom Nerven, ſo wie auch von den Muskeln zunahm, auf das Geſetz reduçiren: daſs die Stärke des Effekts im geraden Verhältniſs mit der Nähe der Armaturen bey den thieriſchen Theilen ſtand, wornach dann das Maximum dieſer Nähe d. h. die unmittelbare Berührung auch den ſtärkſten Effekt zur Folge haben muſste.

Ueber den Einfluſs der Gröſse der Berührungsfläche der Armaturen mit den verſchiedenen Theilen, an welche ſie angebracht wurden, entſchieden meine Verſuche nicht mit Beſtimmtheit. Für die Muskelarmaturen ſchien es, wie auch ſchon oben angemerkt worden iſt, allgemein zu gelten, daſs die Stärke des Effekts mit der Gröſse der Berührungsfläche mit den Muskeln zunahm. Das nehmliche ſchien, wenigſtens einigen Verſuchen zufolge, für den Fall zu gelten, wenn die Armaturen an feuchte nicht animaliſche Körper angebracht wurden, welche dem Nerven zur Unterlage dienten, und doch war bey der unmittelbaren Bewaffnung des Nerven dieſer Einfluſs der Gröſse der Berührungsfläche nicht merklich.

zeigen d. thier. Electr. folgend.

lich. Vielleicht gilt doch das allgemeine Gesetz: dass die Stärke des Effekts im Verhältniss der Grösse der Oberflächen, in welchen sich die Armaturen und die thierischen *) Theile berühren, stehe.

Ein anderer Umstand, der beachtet zu werden verdient, ist die Berührungsart der Armaturen unter einander. Die Erscheinungen, welche eine Folge der Verschiedenheiten in diesem Umstande waren, erlauben den Ausspruch folgenden Gesetzes: Die Stärke des Effekts ist um so grösser, je günstiger die Berührungsart der Armaturen dem Uebergange und der Erweckung der elektrischen Materie ist.

Dass kleine Antheile von elektrischer Materie leichter von Spitzen angezogen werden, als in glatte Flächen übergehen, und umgekehrt leichter aus jenen ausströhmen, als sich von diesen wegbegeben, ist eine bekannte Thatsache. Und gerade eine Berührung der Armaturen mit ihren Spitzen, scharfen Rändern begünstigt den Effekt. Eben so ist es bekannt, dass das Reiben der Erweckung der Elektricität überhaupt günstiger ist, selbst wenn es auch nur zwischen zweyen Metallen geschieht, und gerade gewinnt auch der Effekt bey einem gelinden Reiben der Armaturen über einander an Stärke. Sollte diese Verstärkung bloss von der damit eintretenden Men-

*) Es erhellt leicht, dass unter den thierischen Theilen, von welchen in diesen Gesetzen die Rede ist, immer das System der Muskeln, in welchen sich die Zuckungen zeigen und der ihnen zugehörigen Nerven verstanden wird.

ge von Punkten, in welchen die Armaturen sich einander successive berührten, abhängen?

Noch verdienen die Verschiedenheiten in der Stärke und Dauer der Zuckungen, die sich beym nehmlichen Thiere in den verschiedenen Muskeln, und in den Muskeln verschiedener Thiere zeigten, unsere Aufmerksamkeit.

Da sich bey Fröschen die Zuckungen am längsten in den hintern Gliedmaaßen zeigten, und das Herz am ehesten unempfindlich gegen den Metallreiz war, da ferner von den zwey hintern Gliedmaaßen in derjenigen noch am spätesten die Zusammenziehungen erregt werden konnten, die in Ruhe gelassen worden war, während die andere öfters gereizt wurde, so scheint bey verschiedenen Muskeln eines und desselben Thiers die Stärke und Dauer der Zuckungen im geraden Verhältniß mit der Menge der Nerven, die diese Muskeln angehen, und mit der Größe der Reizbarkeit überhaupt zu stehen.

Bey verschiedenen Thieren scheint sich hingegen die Dauer der Zeit, innerhalb welcher sich noch nach dem Todte durch den Metallreiz Zuckungen in ihren Muskeln erregen lassen, nach der Dauer ihrer Reizbarkeit überhaupt zu richten.

W. z. Beytr. zu d. Lehre v. d. Reizbarkeit, und zu eine Theorie d. Erschein. d. thier. El.

ZWEYTE ABTHEILUNG.

Beyträge zur Lehre von der Reizbarkeit, und zu einer Theorie der Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität.

Das letzte Ziel jeder phyſiſchen Unterſuchung muſs immer die Erforſchung der Urſache der Erſcheinungen, die den Gegenſtand derſelben ausmachten, ſeyn. Für unſern Geiſt wenigſtens, der durch ſeinen wunderbaren Mechanismus gedrungen iſt, überall nach den Urſachen zu fragen, alle Phänomene, die er beobachtet, als Wirkungen von dieſen oder jenen Kräften anzuſehen, und ſich ſo gleichſam ſelbſt die todte Schöpfung zu beleben, hat eine Betrachtung von Erſcheinungen, die dieſes groſse Bedürfniſs nicht befriedigt, eine gewiſſe Unvollkommenheit, die ihm unangenehm iſt, und die er durch eigene Anſtrengung ſeiner Phantaſie und ſeines Witzes wegzuräumen ſich bemüht.

Die Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität dürfen wir alſo der Herrſchaft jenes allgemeinen Geſetzes der menſchlichen Natur nicht entziehen, ſondern wir müſſen auch hier das letzte ſchöne Ziel, Erkenntniſs ihrer Urſache, zu erreichen ſtreben.

W. z. i. V. d. Empfindlichkeit u. Reizbarkeit, d. Kräft. wechſelsweiſen Verhaltniſs dieſ.

ERSTE UNTERABTHEILUNG.

Von der Empfindlichkeit und Reizbarkeit, den Kräften, welche dieſen Eigenſchaften zum Grunde liegen, dem wechſelsweiſen Verhältniſs dieſer Kräfte gegen einander, und den Principien derſelben.

Da die Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität, Erſcheinungen in empfindlichen und reizbaren Theilen, Erſcheinungen des Lebens ſind, da ſie alſo Lebenskräfte vorausſetzen, und dieſe als die nächſte Urſache derſelben anzuſehen ſind, ſo muſs ſich vorerſt unſere Aufmerkſamkeit auf dieſe Lebenskräfte richten, ehe wir das Princip, das ſie in dieſem Falle in Bewegung ſetzt, die Entſtehungs- und Wirkungsart deſſelben erforſchen. Die Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität können nehmlich als Zeichen oder Offenbarungen der Verhältniſse gewiſſer äuſsern Umſtände gegen jene Kräfte angeſehen werden, um zur Kenntniſs jener zu gelangen, müſſen wir alſo zuerſt mit der Natur von dieſen bekannt ſeyn.

Doppelt wichtig wird dieſe Unterſuchung, wenn wir uns erinnern, daſs gewiſſe Naturforſcher in dieſen Verhältniſsen ſelbſt ein Mittel zur Erkenntniſs der Natur dieſer Kräfte gefunden zu haben glaubten, und dieſes Mittel wirklich auch zur Enträthſelung der bisher immer noch ſo dunklen Mechanik unſers Körpers anwandten. Ueber den Werth ſolcher Verſuche läſst ſich nehmlich nur dann urtheilen, wenn wir erſt unterſucht haben, was andere Erſcheinungen uns von dem Weſen dieſer Kräfte gelehrt, wie weit ſie uns in ihrer Kenntniſs

welche d. [illegible] Eigensch. z. Grunde liegen, der Kräfte gegen einander, u. d. Principien derselben.

nifs gebracht haben. Treffen dann die Refultate, zu denen man auf folchen zwey verfchiedenen Wegen gelangt ift, zufammen, und dienen fie einander wechfelsweife zur Erläuterung, und zur Stütze, fo gewinnt die neue Theorie eben damit an Wahrfcheinlichkeit, und wir dürfen uns unferer Fortfchritte mit gröfserm Zutrauen erfreuen, zeigen fich aber Widerfprüche, fo wird fchon dadurch unfer Mifstrauen gerechtfertigt, wenn auch nicht einmal die Vergleichung der Theorie mit den Erfcheinungen, auf welche fie fich unmittelbar gründet, zu demfelben Veranlafsung gäbe.

In diefer Unterfuchung der Lebenskräfte müffen wir uns aber ein gewiffes Ziel fetzen, das fchon von felbft durch den Zweck derfelben beftimmt wird. Die Aeufserungen der Lebenskräfte find nehmlich fehr mannichfaltig, und fie offenbaren fich bald durch die Erfcheinungen der Reizbarkeit, bald durch die der Empfindlichkeit, oder der Reproduction oder der Secretion, oder der Saftbewegung. Auf diefe V. Klaffen laffen fich alle reduciren. Diefen mögen nun eben fo viele wefentlich verfchiedene Kräfte zum Grunde liegen, oder fie mögen blofs Aeufserungen einer einzigen Lebenskraft feyn, deren Aeufserungen blofs verfchieden find, weil die Medien, durch welche und auf welche diefelbe wirkt, fich von einander unterfcheiden, alfo gleichfam als die äufsere Zeichen der Verhältniffe eines Princips gegen eben fo viele verfchiedene Medien anzufehen feyn, fo müffen uns hier zunächft blofs die Phänomene der Empfindlichkeit und Reizbarkeit, und zwar vorzüglich die Kräfte, von welchen diefelben abhängen, intereffiren, da

die

W. 2. 1. i. Darst. d. versch. Hauptmein. d. n. Physiol. für u. gegen dies.

die Erscheinungen der thierischen Elektricität blofs Erscheinungen dieser Kräfte sind, und zwar wollen wir uns besonders bemühen, das wechselsweise Verhältniss dieser Kräfte, die so innig mit einander verkettet sind, und die Principien derselben zu erörtern.

Erstes Kapitel.

Darstellung der verschiedenen Hauptmeinungen der neuern Physiologen über die Grundursache der Reizbarkeit, und der wichtigsten Gründe für und gegen diese Meinungen.

Eine Prüfung dessen, was die vorzüglichsten Untersucher der menschlichen Natur über die Kräfte, denen wir nachforschen, beobachtet und gedacht haben, macht mit Recht den Anfang dieser Untersuchung. Das Licht, das sie angesteckt haben, soll uns leiten, und aus ihren Streitigkeiten wollen wir die Wahrheit herauszuheben suchen.

In dieser Rücksicht wird uns die neue Epoche, die mit *Haller* in der Geschichte der Kultur der Physiologie anhebt, vorzüglich wichtig. Zwar beschäftigten sich auch die Physiologen vor dieser Zeit mit der Untersuchung der Kräfte, von welchen die wunderbaren Erscheinungen der thierischen Bewegung abhängen, und es ist genug, hier an einen *Stahl, Glisson, Boerhaave* u. s. w. zu erinnern, aber alles war vor dieser Epoche doch nur mehr Ahndung und zum Theil Träumerey, *Haller* fragte die Natur, und machte uns ihre Aussprüche bekannt. Er hat den Naturforschern durch die Art der Anstellung seiner

seiner Versuche eine neue Bahn eröffnet, welche nach ihm viele mit Glücke verfolgt haben. Durch ihn hat die Lehre von den thierischen Bewegkräften ein ganz anderes Ansehen erhalten, indem er die Haupterscheinungen des thierischen Lebens aus Reizen und Reizbarkeit glücklich erklärte. Von nun an theilten sich die Physiologen in zwey Hauptpartheyen, wovon die eine mit *Hallern* der Reizbarkeit, als einer besondern thierischen Kraft, ihre eigene wichtige Herrschaft anwies, die andere hingegen alle Bewegungen, wie es vor *Haller* gröſstentheils geschehen war, von der Nervenkraft allein ableitete. Um ein richtiges Urtheil über diesen Streit fällen zu können, müssen wir die Meinungen, die in den verschiedenen Köpfen wieder besondere Modificationen erhielten, genauer durchgehen.

Haller nimmt zwey Kräfte an, die in den Muskeln und auf die Muskeln jede für sich und ohne den Beystand der andern zu wirken, und durch diese Einwirkung Zuckungen zu erregen im Stande seyen, die Nervenkraft und die Reizbarkeit. Diese letztere hält er für eine der Muskelfaser ganz eigenthümliche Kraft, nennt sie daher auch Vis insita, und sucht in ihr den wesentlichen Karakter jener Faser. Er bleibt sich aber in Bestimmung des Antheils, den jede dieser Kräfte an den Bewegungen der Muskeln haben soll, nicht gleich. Von einigen Bewegungen behauptet er nehmlich gerade zu, daſs sie ganz allein der Reizbarkeit zuzuschreiben seyen, nehmlich von den Zusammenziehungen gewisser Muskeln, welche eine Folge der Lähmung ihrer Antagonisten sind, und von den Zuckungen der sterbenden Thiere, aus wel-

welchen Phänomenen er nun weiter auch den Schluss zieht, dass die Reizbarkeit in den Muskeln auch ohne Reize immer thätig sey, dieselbe immer in einem gewissen Grade von Zusammenziehung, in einer Spannung erhalte, welche den Ton des Körpers bestimme *e*).

Auch die Bewegung des Herzens schreibt er an einem Orte ganz ausschliessend der eigenthümlichen Muskelkraft zu, und läugnet allen Einfluss des Willens und der Nerven auf dieselbe, weil das Herz bey Reizung seiner Nerven sich nicht schneller zusammenziehe, und bey unterbundenem Nerven nicht aufhöre, sich zusammenzuziehen *f*); an andern Orten unterwirft er aber das Herz der Herrschaft des Gehirns und der Nerven, erklärt daher das Herzklopfen im Zorne, behauptet, dass auch durch die Nerven Bewegkraft zum Herzen gelange, welche die Bewegungen, die von der Reizbarkeit herrühren, stärker und schneller mache *g*), ja er geht gar so weit, die grössere Reizbarkeit des Herzens und Darmkanals von der Nähe der Nerven hinter der innersten Haut dieser hohlen Muskeln abzuleiten *h*).

Ueberhaupt drückt sich *Haller* sehr unbestimmt und ungleich über den Antheil der Nervenkraft an den Erscheinungen der Reizbarkeit aus. Bald betrachtet er die Ner-

e) Elementar phys. Tom. IV. Lib. XI. Sect. II. §. XVI. XVII. Sect. III. §. II.

f) a. a. O. Sect. III. §. VII.

g) Tom. I. Lib. IV. Sect. V. §. XIV.

h) a. a. O. §. XIII.

Nervenkraft blofs als einen Reiz, der fo wie andere Reize z. B. der elektrifche u. f. w. auf die Reizbarkeit wirke, und fie zu Aeufserungen veranlafse, fo dafs alfo jene in jedem Falle die einzige nächfte Urfache der Zukkungen wäre, und die Nervenkraft vor andern Reizen keinen weitern Vorzug als durch ihre gröfsere Wirkfamkeit hätte *i*). An andern Orten aber fieht er die Nervenkraft felbft als die unmittelbare Urfache der Bewegungen an, behauptet, dafs durch ihren Beytritt die Reizbarkeit vermehrt werde, und dafs die Muskelfafer ohne den Nerven nur mäfsig, beym Beytritte der Nervenkraft aber viel heftiger fich zufammenziehe. So verfchiedenartig unter fich felbft diefe Aeufserungen find, fo fieht man doch überall den Gedanken zum Grunde liegen, dafs Reizbarkeit eine der Muskelfafer eigenthümliche von den Nerven unabhängige, und nicht aus diefer Quelle zu den Muskeln fliefsende Kraft fey, und dafs diefe Kraft durch unmittelbare Einwirkung von mannichfaltigen Reizen, ohne Beytritt der Nervenkraft, zur Thätigkeit aufgefordert werden könne.

Unter den Anhängern und Beförderern diefer Lehre zeichnen fich vorzüglich *Fontana* und *Girtanner* aus. Beyde erklären fich noch viel beftimmter über die völlige Unabhängigkeit der Reizbarkeit und ihrer Wirkfamkeit von der Nervenkraft, und *Girtanner* fubordinirt vielmehr die empfindliche Fafer der reizbaren, indem er die Eindrücke erft durch diefe auf jene wirken läfst. Er-

fterm

i) Lib. XI. Sect. III. §. XXVIII.

ſtern verdankt dieſe Lehre vorzüglich die Feſtſetzung der Bedingungen, nach denen ſich das Erſcheinen der Zuſammenziehungen, und das Daſeyn der Reizbarkeit überhaupt richtet *k*), und die Beſtimmung der Verhältniſse verſchiedener Materien gegen dieſe Kraft *l*), letzterer ſuchte dieſe Lehre mit den neuern Entdeckungen und Hypotheſen in der Chemie zuſammenzuhängen, und das Weſen dieſer Kraft ſelbſt näher darzuthun *m*).

Metzger n), *Behrends o*) u. a., die ſich ebenfalls öffentlich für die *Halleriſche* Lehre erklärten, haben zu derſelben nichts weiteres hinzugeſetzt.

Auf der andern Seite fand aber *Hallers* Meinung heftige Gegner an denjenigen Phyſiologen, welche in den Nerven und ihrer Kraft das letzte Princip alles Lebens und aller thieriſchen Bewegung ſuchten. Dieſe ſelbſt theilten ſich wieder in zwey Partheyen, wovon die eine die thieriſche Maſchine nicht bloſs durch die Nerven beleben, ſondern eigentlich beſeelen lieſs, d. h. nicht zur Nervenkraft, ſondern zur Seele ſelbſt, als dem letzten Principe der Bewegung, zurückgieng, die andere aber ſich

k) In der *Klaſſiſchen* Schrift: *F. Fontanas* Beobachtungen und Verſuche über die Natur der thieriſchen Körper. Aus dem Italiäniſchen von *D. Hebenſtreit*.

l) Am nehmlichen Orte. S. 147-262 und in der oben angeführten Schrift.

m) *Grens* Journal der Phyſik. III. Band, S. 317. und 577.

n) Ueber Irritabilität und Senſibilität als Lebensprincip in der organiſirten Natur.

o) a. a. O.

sich blofs mit einer eigentlich körperlichen Kraft der Nerven begnügte. Beyde stimmen indefs darin mit einander überein, dafs sie eine der Muskelfaser eigenthümliche Kraft läugnen, und die Reizbarkeit derselben von den Nerven ganz abhängig machten.

Die erstere Meinung, eine Entsprossene und Verwandtin der *Stahlischen* Lehre, fand zwar in unserer physischen Periode wenigere, aber desto wichtigere Anhänger. Der scharfsinnige *Whytt* kämpfte mit *Hallern* selbst für dieselbe. Durch bedeutende aus der Erfahrung und Analogie geschöpfte Gründe zeigte er den grofsen Einflufs der Nervenkraft auf die Reizbarkeit. Jene leitete er von einem immateriellen fühlenden Principe her, das die Erscheinungen des Lebens und der thierischen Bewegung, welche nach ihm über die Kräfte der Materie gehen, hervorbringe, auch in abgetrennten Theilen noch eine Zeitlang fortwirke, und die Nerven zu seinem Werkzeuge habe. Das Grofse in diesem Gedanken, dafs er nehmlich alles Leben und alle lebendige Bewegung auf ein einfaches Princip zurückzuführen suchte, und das Wahre in demselben, dafs er dieses Princip sorgfältig von den Kräften, von welchen die Bewegungen der Materie überhaupt abhängen, nehmlich von der Schwere, Elasticität, Affinität u. s. w. unterschied, abgerechnet, gebührt ihm noch das wichtige Verdienst, dafs er die Reizbarkeit weiter als *Haller* ausdehnte, und sie auch Theilen zuschrieb, in welchen sich zwar keine Muskelfasern entdecken lassen, welche aber ganz ähn-

liche Bewegungserscheinungen wie diese zeigen *p*). Verwandt mit *Whytts* Meinung ist die, welche *Platner* angenommen hat. Mit Verwerfung der mechanischen Erklärungsarten, wie er jene von *Haller*, *Fontana* u. a. vorgetragene nennt, setzt er nehmlich in die Seele das letzte Princip aller Bewegung. Alle Reize wirken nach ihm Veränderungen im thierischen Körper bloss durch Erweckung von Gefühlen, und diesen entsprechende Reactionen der Seele, und die Nerven sind das gemeinschaftliche Werkzeug, auf das die Reize wirken, und durch das die Seele zurückwirkt. Selbst die unwillkührlichen Bewegungen nimmt er nicht von dieser allgemeinen Herrschaft der Seele aus, nur sucht er ihre Quelle in dunklen Gefühlen, und in Trieben der Seele, die ohne Bewusstseyn wirken *q*). Beyde, *Whytt* und *Platner*, ob sie gleich als das letzte wirksame Princip in der thierischen Maschine die Seele annehmen, vereinigen sich doch mit den nun zu erwähnenden Physiologen darin, dass sie alle Bewegung zunächst einer Nervenwirkung zuschreiben, und die Nervenkraft als die einzige Lebenskraft ansehen, die sich bloss nach Verschiedenheit der Organe, auf welche sie wirkt, in verschiedenen Erscheinungen offenbare.

Der nehmlichen Meinung huldigten nehmlich auch *Hoffmann*, *Schäffer*, *Reil* u. a., und diese unterscheiden sich nur von jenen darin, dass sie die Seele nicht überall

p) a. a. O.

q) Quaestionum physiologicarum Libri duo, an verschiedenen Orten, vorzüglich im ersten Buch De vi vitali. S. 103. fg. Leipzig. 1794.

all mitwirken laſſen, ſondern in der Nervenkraft als einer organiſchen körperlichen Kraft den zureichenden Grund der Erſcheinungen der thieriſchen Bewegung und des Lebens ſuchen. Hierin hatten ſie den ſcharfſinnigen *Unzer* *) zum Vorgänger, nach deſſen vortreflichen und ſinnreichen Unterſuchungen die Bemerkungen ſeiner Nachahmer, mit Ausnahme *Reils*, kaum noch einigen eigenen Werth haben. Dieſs gilt vorzüglich von *Schäffers* unbedeutender Schrift *r*), die eine Widerlegung von *Girtanners* Abhandlung über die Irritabilität ſeyn ſollte, aber weiter nichts als eine Kopie eines Theils derſelben iſt, mit dem Unterſchiede, daſs das Wort Irritabilität in Senſibilität verändert iſt, ohne aber irgend neue und haltbare Gründe für dieſe Umtauſchung anzugeben. Auch *Hoffmanns* Bemerkungen haben, die Anwendung der Lehre von der Senſibilität und Irritabilität auf die Erklärung der Krankheiten abgerechnet, wenig neues und vorzügliches *s*).

Ueberdieſs erklärt er ſich über das Verhältniſs der Reizbarkeit zur Nervenkraft etwas zweydeutig. Aus einigen Stellen ſcheint nehmlich zu erhellen, daſs er den Muskeln eigenthümliche von den Nerven unabhängige Lebenskräfte zuſchreibt, beſonders wenn er bey gleicher Menge der Nervenfaſern die Reizbarkeit in gera-

*) Erſte Gründe einer Phyſiologie der thieriſchen Natur. Leipzig. 1771. 2 Thl.

r) Ueber Senſibilität als Lebensprincip in der organiſchen Natur. Frankfurt. 1793.

s) Ueber die Empfindlichkeit und Reizbarkeit der Theile.

dem Verhältniſs mit der Menge der Muskelfaſern zunehmen und abnehmen läſst *t*), da man das Gegentheil annehmen müſste, wenn die Muskelfaſer eine träge todte Maſſe wäre, die ihr Leben und ihre Bewegung bloſs der Einwirkung der Nerven verdankte, an andern Orten erklärt er ſich aber beſtimmt, daſs die Lebenskräfte der Muskeln von den Nerven wie die Empfindlichkeit abhängen, und von dieſen hervorgebracht werden *u*). In jedem Falle weicht er aber von *Hallern* darin ab, daſs er die Nerven als das Medium anſieht, durch welches die Lebenskräfte der Muskeln erſt erregt werden, und auf welches alle Reize wirken, für welche die reizbare Faſer ſelbſt keine Empfänglichkeit habe.

Vorzüglich ſchön iſt aber erſt kürzlich die Lehre von der Reizbarkeit durch Herrn Prof. *Reil* erörtert worden *v*). Es würde mich zu weit von meinem Zwecke ableiten, wenn ich all das Eigenthümliche, Treffliche, und durch ſeine Anwendung auf die Theorie und Heilung der Krankheiten höchſt wichtige dieſer Unterſuchung ausheben wollte, was in den verſchiedenen Artikeln über die Erhöhung und Schwächung der Reizbarkeit, über die verſchiedenen Urſachen, welche ſolche Veränderungen der Reizbarkeit hervorbringen, über die ſpecifiſche Reizbarkeit und die derſelben von der Natur angepaſsten Reize, über die groſse Verbreitung der Reizbarkeit im thieriſchen Körper

t) a. a. O. S. 136.

u) a. a. O. S. 116. 19.

x) Diſſertatio inauguralis medica de Irritabilitatis notione, natura & morbis. Halae. 1793.

per u. s. w. enthalten ist, ich muss mich daher bloss begnügen, die Meinung dieses scharfsinnigen Arztes über das Verhältniss der Reizbarkeit zur Nervenkraft auszuheben. Die Bewegfähigkeit der Faser leitet Herr *Reil* von den Nerven ab, sieht jene als eine blosse Modifikation einer Lebenskraft an, welche sich nach Verschiedenheit des Baus der Organe bald in Zuckungen, bald in Empfindungen äussere, und die den Muskelfasern für sich allein nicht, sondern bloss vermöge der Nerven zukomme, und durch diese ihnen mitgetheilt werde. Ausser dieser Verrichtung der Nerven, die gleichsam eine stete ununterbrochene ist, äussern, nach *Reils* Meinung, die Nerven ihren Einfluss auf das Entstehen der Bewegungen noch unmittelbarer dadurch, dass die Reize zunächst auf sie wirken, und folglich eine Veränderung in ihnen jeder Zuckung vorangehen muss. Diese Verrichtung der Nerven ist im Gegensatz gegen die erste eine unterbrochene, und setzt jedesmal einen Reiz von irgend einer Art voraus, der sie weckt. Diese letztere Verrichtung ist von der erstern wesentlich unterschieden, und es lässt sich die eine ohne die andere sehr wohl gedenken, so wie auch *Reil* selbst an einem andern Orte der Meinung, dass Nervenreiz die nothwendige Bedingung aller Zuckungen sey, und dass die Reize aller Art zunächst bloss auf den Nerven wirken, und durch eine in diesem erregte Veränderung die Zusammenziehungen hervorbringen, dadurch zu widersprechen scheint, dass er den Reiz des Bluts im Herzen, der Speisen im Darmkanal u. d. gl. in eine Klasse mit dem Nervenreiz, der bey willkührlichen Bewegungen statt

hat, mit der Wirkung des Nerven auf die Muskeln in dieſem Falle ſetzt *w*). Um ſich gleich zu bleiben, müſste Herr *Reil* die Einwirkung der Seele auf den Nerven mit dem Reize des Bluts der Speiſen in Parallelle ſetzen; beyde, die Seele nehmlich (ſtimulus mentalis) und dieſe materiellen Reize, wirken auf den Nerven, und die dadurch veranlaſste Veränderung des Nerven wirkt nun erſt gleichſam als ein Reiz für die Muskeln. Aus dieſer Vergleichung des Nervenreizes in den willkührlichen Bewegungen mit dem Reize des Bluts ſollte man aber ſchlieſsen, Herr *Reil* nehme an, daſs dieſer auf die Muskularfaſer eben ſo unmittelbar wirke wie jener, und dann widerſpricht er eben dem Artikel, in welchem er von der Wirkungsart der Reize überhaupt handelt *x*).

Sömmerring ſcheint ſich auch in der vortreflichen Abhandlung, „Lebendige Muskelfaſern," in welcher die Erſcheinungen der Reizbarkeit ſo deutlich, vollſtändig und lehrreich dargeſtellt ſind, zu der Meinung derjenigen hinzuneigen, welche alle Reizbarkeit von der Nervenkraft ableiten *y*). Wenigſtens trägt er §. 44. die Hauptgründe vor, welche dafür angeführt werden, ohne ſie zu widerlegen, und ſucht ſelbſt dem Haupteinwurfe, der von der groſsen Reizbarkeit des Herzens gegen dieſe Meinung hergenommen wird, zu begegnen.

Zwar

w) a. a. O. S. 38. 39.

x) a. a. O. S. 46 47. fg.

y) Vom Baue des menſchlichen Körpers. Dritter Theil. Muskellehre. S. 12.

Zwar ſpricht er §. 49. ganz in Hallers Sinne von dem Sitze der Reizbarkeit in den gallertigen Theilen der Muskelfaſern, dadurch wird aber keineswegs ausgeſchloſſen, daſs dieſe Kraft der gallertigen Theile nicht von den Nerven herrühren ſollte, und vielleicht verſteht er hier unter Reizbarkeit mehr die Struktur der Muskeln, welche die Nervenkraft ſo modifizire, daſs ſie ſich nun durch Bewegung äuſsern könne.

Ehe wir uns nun eine Entſcheidung über den Werth und die Wahrſcheinlichkeit dieſer verſchiedenen Meinungen erlauben dürfen, müſſen wir erſt die Gründe kurz anführen, welche jede Parthey zur Unterſtützung der ihrigen gebraucht. *Haller* ſtützte ſeine Theorie vorzüglich auf ſeine vielfache und lehrreiche Verſuche über die Wirkung der Reize auf abgetrennte Muskeln und nach dem Erlöſchen der Empfindungskraft. Dieſe lehrten ihn, daſs die Muskeln ſich ebenfalls zuſammenziehen, wenn die Reize unmittelbar an ſie angebracht werden, und daſs die Reizbarkeit bey unterbundenem oder durchſchnittenem Nerven fortdaure. Alles dieſs ſah er als einen Beweis der Unabhängigkeit dieſer Muskelkraft von der Nervenkraft an. Auf die nehmliche Art deutete er die Phänomene des lebenden Körpers, daſs in paralytiſchen Muskeln die Reizbarkeit z) fortdaure, und umgekehrt, Lähmung bey fortdauernder Gefühlsfähigkeit ſtatt finde. Er berief ſich ferner auf

z) Nach *Fontanas* Beobachtungen wird durch die Elektrizität in gelähmten Muskeln eine Zuſammenziehung bewirkt, a. a. O. S. 74.

auf die Erscheinungen, dass die empfindlichsten Theile, nehmlich die Nerven selbst, keine Spur von Irritabilität zeigen, dass das nehmliche von vielen andern Theilen gelte, welche mit grosser Empfindlichkeit begabt seyn, dass die Grösse der Irritabilität durchaus in keinem geraden Verhältniss mit der Grösse der Empfindlichkeit stehe, da z. B. das Herz, der irritabelste aller Muskeln, eine nur sehr geringe Empfindlichkeit zeige, dass das Erscheinen und die Stärke der Zuckungen sich keineswegs nach der schmerzhaften Wirkung oder nach der Schärfe des Reizes richte, indem z. B. bey Hysterischen die heftigsten Zuckungen ohne allen Schmerz erfolgen, umgekehrt die heftigsten Schmerzen z. B. Krebs, Blasenstein keine gewaltsame Bewegungen der Muskeln zur Folge haben, das Herz leichter durch eingeblasene Luft als durch mineralische Säuren zur Zusammenziehung gereizt werde; dass Thiere, in welchen keine Nervenfasern entdeckt werden können, und eben so auch nervenlose Pflanzen deutliche Aeusserungen von Irritabilität, und zwar zum Theil in hohem Grade, zeigen u. d. gl. Besonders stützte sich auch Haller auf die oben schon von der Bewegung des Herzens angeführte Erscheinungen, die Herr *Behrends* vereint mit dem Resultate der anatomischen Untersuchung als einen ganz unumstösslichen Beweis der Unabhängigkeit der Nervenkraft von der Reizbarkeit ansah. Zu diesen Gründen fügte, von den Anhängern der Hallerischen Lehre, *Fontana* noch einige neue hinzu, die mehr Einwürfe gegen die Meinung derjenigen sind, welche einen vermehrten Zufluss des Nervensafts, kurz, eine vermehrte Thätigkeit der Nervenkraft für

für die Urſache der Zuckungen anſehen, weil daraus folgen würde, daſs ein ſtets und immer ſtärker gereizter Muskel, z. B. das Herz, mit unterbundenen Gefäſsen und dadurch in ſeinen Höhlen zurückgehaltenem Blute immer zuſammengezogen bleiben, und daſs ein nach der Zuſammenziehung erſchlaffter Muskel auch ohne äuſsern Reiz ſich ſofort wieder zuſammenziehen müſste, weil bey der Erſchlaffung die Enthaltung und Ausdehnung der unter der Zuſammenziehung gekrümmten Nervenäſte ſchon für ſich als ein hinlänglich ſtarker Reiz wirken würde, wovon eine nothwendige Folge wäre, daſs die einmal gereizten Muskeln nun ununterbrochen von Zuſammenziehung zur Erſchlaffung und von dieſer wieder zu jener u. ſ. f. übergehen würden *a*). Für beſonders entſcheidend hielt er das Phänomen, das er an Fröſchen mit durchſchnittenen Schenkelnerven beobachtete, daſs nehmlich noch nach mehrern Tagen die Muskeln, unmittelbar gereizt, ſich zuſammenzogen, welches auf Reizung der durchſchnittenen Nerven ſelbſt nicht geſchah *b*).

Dieſe Gründe für das Daſeyn einer eigenthümlichen Muskelkraft wurden von den Anhängern der andern Parthey auf verſchiedene Art angegriffen, und von ihnen noch überdieſs manche Gründe zu Gunſten ihrer Theorie vorgebracht. Freylich dienten Hallers Verſuche zu beynahe unwiderleglichen Einwürfen gegen die Meinung derjenigen, welche als Bedingung einer jeden

 Bewe-

a) a. a. O. S. 66. fg.
b) a. a. O. S. 74.

Bewegung Gefühl, und die Wirkung der Seele festsetzen. Denn wie läst sich diese bey Zusammenziehungen von Muskeln annehmen, die von der Seele und ihrem Einflusse durch Durchschneidung oder Unterbindung ihres Nerven ganz losgetrennt sind; hier muss eine blos körperliche Kraft wirken, wenn wir nicht anderst auch die Körperwelt in eine Versammlung von fühlenden Atomen verwandeln wollen, und auch dann findet wenigstens die Wirkung des fühlenden Wesens nicht statt, in welchem der Sitz der Vorstellungen und des Bewustseyns ist, das zunächst im Gehirne sich äussert, und von welchem wir die willkührlichen Bewegungen ableiten. Schon die unwillkührlichen Bewegungen scheinen hinlänglich zu beweisen, dass jenes Princip, das wir Seele nennen, nicht bey der Erregung aller Zusammenziehungen wirksam sey. Denn was *Platner* im Widerspruche mit sich selbst an einem Orte von der Stumpfheit und Dunkelheit des Gefühls vom Reize des Bluts im Herzen, wegen der steten gleichförmigen Wiederholung desselben und der daraus fliessenden Angewöhnung daran *c*), und an einem andern Orte von dem heftigen Eindruck, den dieser Reiz auf die Seele mache, wodurch dieselbe unaufhaltsam zur Reaction fortgerissen, und alle Ueberlegung, auf der doch allein die Willkühr beruhe, gehemmt werde *d*), sagt, widerlegt auf keine Art die wichtigen

Gründe,

c) a. a. O. S. 115.

d) a. a. O. S. 123. fg. Cf. S. 115. — — tamen consuetudinis vi ac diuturnitate, atque indormiente paulatim conscientia sensus

Gründe, welche *Haller* gegen die Meinung, welche auch die unwillkührlichen Bewegungen von der Thätigkeit der Seele herleitet, vorgebracht hat, und welche vorzüglich auf den unläugbaren Thatſachen beruhen, daſs das Herz nur eine geringe Empfindlichkeit zeige, daſs die Kraft der Seele jene Lebensbewegungen weder hemmen, noch verlangſamen oder beſchleunigen könne, und daſs die ſtete Wiederholung gewiſſer Bewegungen, die einmal dem Willen der Seele unterworfen waren, dieſelbe doch nie der Willkühr entziehe, wie dieſs das Athmen am deutlichſten zeige. *Platner* fühlt ſich durch die Erſcheinungen, welche losgetrennte Muskeln zeigen, ſelbſt gezwungen, denſelben eine eigenthümliche körperliche Kraft zuzuſchreiben, die ſie zu Zuſammenziehungen bey gehörig angebrachten Reizen fähig mache, nur meint er, wirke dieſe nach dem Tode noch zurückbleibende Irritabilität keineswegs für ſich allein, und ſey nicht die wahre vis vitalis, indem im Leben überall Nerveneindrücke, und folglich Gefühle mit ins Spiel kommen, die dann immer auch mit Bewegungen vergeſellſchaftet ſeyn *e*). Da mir aber die Erſcheinungen

ſenſus (ſcilicet a ſtimulo ſanguinis) obſcurus redditur, et hebetatur. — — Neque ad motus voluntarios alio ſenſu quam obſcuro videbatur eſſe opus; mit S. 124.: Atqui vitalium ſtimulorum ſenſus, cum acerrimus ſit et continenter ac perpetuo vigeat: profecto mirum non eſt, vitalem animi actionem, in hac perpetuae cauſae potentia, nec ſuſpendi, nec intendi, nec remitti per voluntatis imperium poſſe.

e) a. a. O. S. 111.

gen des herausgeriſſenen Herzens zeigen, daſs ſeine Irritabilität, unabhängig von der Kraft der Seele, für ſich allein im Stande iſt, jene Zuſammenziehungen hervorzubringen, die es auch im Leben zeigt, und da ſich auch im lebendigen Körper Nerveneindrücke ohne Gefühle denken laſſen, ſo iſt es weit natürlicher anzunehmen, daſs auch im Leben jene Muskelkraft für ſich allein wirkſam ſey, als etwas Ueberflüſſiges in die Erklärung hinein zu ziehen. Noch hält *Platner* mit Unrecht jene Kraft, welche ſich in abgetrennten Muskeln auf Reize durch Zuſammenziehungen äuſsert, für einerley mit Hallers vis mortua, welche bekanntlich von der Elaſticität durch nichts unterſchieden iſt *f*).

Dieſs ſcheint hinlänglich zu beweiſen, daſs man zur Erklärung der thieriſchen Bewegungen mit der Kraft der Seele nicht ausreiche, ſondern daſs man eine eigene körperliche dem thieriſchen Organismus weſentliche Kraft anzunehmen habe, welche gewiſſe Faſern deſſelben zur Aeuſserung von Bewegungserſcheinungen fähig mache, ſo weit hat Hallers Theorie die gröſste Wahrſcheinlichkeit, aber von dieſer Seite empfiehlt ſich jene andere Theorie, welche eine eigne von der Seele unabhängige Nervenkraft als Urſache der Irritabilität anſieht, eben ſo ſehr. Auch dienen Hallers Verſuche über die Fortdauer der Reizbarkeit bey unterbundenen, durchſchnittenen Nerven u. ſ. w. keineswegs zu Einwürfen gegen dieſe Meinung. Denn die Nervenkraft

kann

f) a. a. O. S. 112.

behalten d. Reizbarkeit, u. d. wichtigsten Lebensäußerungen.

kann auch bey unterbrochenem Zuſammenhang mit dem Gehirne allerdings noch fortdauern, und daſs ſie wirklich noch fortdaure, beweiſen eben jene Verſuche über die Erregung von Zuckungen in abgetrennten Muskeln, ſofern dieſelben auf die nehmliche Art entſtehen, wenn die Reize unmittelbar an die Nerven ſelbſt angebracht werden, wie dieſs beſonders deutlich aus den Verſuchen mit dem Metallreize erhellt. Eben ſo erklärt ſich auch, warum bey paralytiſchen Muskeln die Reizbarkeit doch noch fortdauert. Lähmung iſt hier nur die Folge der unterbrochenen Communication der Nerven mit dem Principe der Seele. Wenn auch in dieſem Falle der Zufluſs der Nervenkraft aus dem Gehirne aufhören ſollte (was nicht einmal nothwendig damit gegeben iſt), ſo hört doch damit die Wirkſamkeit des Nerven als eines Abſonderungsorgans für ſich nicht auf, und folglich läſst ſich eine ſtete Wiedererneurung ſeiner Kraft durch ſeinen eignen Organismus gedenken. *Fontanas* oben angeführte Beobachtung läſst ſich ebenfalls noch ganz wohl in Uebereinſtimmung mit dieſer Theorie bringen. Wenn man bedenkt, daſs die Nervenzweige in den Muskeln an den Muskelfaſern ſelbſt, dem Fett, Zellgewebe gleichſam einen Schutz gegen die Einwirkung der Luft, Wärme u. ſ. w. erhalten, welche hingegen ungehinderter auf die nackten Stämme geſchieht, und durch Austrocknung und Veränderung ihrer organiſchen Struktur, vielleicht durch Verflüchtigung des Nervenprincips ſelbſt ihre Kraft bälder zerſtöhrt, die in den Nervenzweigchen innerhalb der Muskeln ſelbſt noch eine längere Zeit fortdauert. Dieſs beweiſt auch die Erfahrung,

ſofern

sofern Zuckungen, welche bey Anbringung der Reize auf die (durchschnittenen) Nervenstämme ausserhalb den Muskeln nimmer entstehen, sogleich wieder durch die nehmlichen Reize erregt werden können, wenn sie nun auf die von muskulösen Theilen entblössten Fortsetzungen dieser Stämme wirken. Gegen den Grund, den Haller von dem Mangel der Reizbarkeit der Nerven und anderer empfindlichen Theile hernimmt, hat man durch die nähere Bestimmung geantwortet, dass die Reizbarkeit eine besondere Modifikation der Nervenkraft durch die eigenthümliche Struktur der Muskularfasern sey, dass diese sie fähig mache, sich hier in Zuckungen zu äussern, so wie die verschiedene Struktur der Sinnorgane eben so verschiedene Modifikationen der Empfindlichkeit hervorbringe, die im Grunde von einander eben so sehr abweichen, als Irritabilität und Empfindlichkeit überhaupt. Den Nerven und jenen bloss empfindlichen Theilen fehle diese besondere Struktur, und daher könne die Nervenkraft hier ihre Wirksamkeit nicht auf diese Art äussern. Empfindungen und Zuckungen seyen bloss formell verschiedene Aeusserungen einer und derselben Kraft, nach Verschiedenheit der Organe, durch welche und auf welche diese Kraft wirke g).

Gegen den Einwurf vom Missverhältniss zwischen der schmerzhaften Wirkung so wie der Schärfe des Reizes, und der Stärke der Zusammenziehung lässt sich antworten, dass die Theile nach Verschiedenheit ihres

Baues

g) *Reil* a. a. O. S. 40. *Platner* a. a. O. S. 105. fg.

Baues eine verschiedene specifische Empfindlichkeit für gewisse Reize haben, wie man ja auch bey den Sinnorganen etwas Analoges bemerkt, dass ja auch manche Stoffe, z. B. narkotische Gifte eine äusserst mächtige Einwirkung auf die Nervenkraft ohne Erregung einer schmerzhaften Empfindung zeigen, dass in manchen Fällen die Erregung von heftigen Zuckungen durch blosse Sympathie der Nerven unläugbar sey, und demungeachtet keine schmerzhafte Empfindung damit coexistire, woraus man mit Wahrscheinlichkeit auf ähnliche Nervenwirkung bey heftigen Zuckungen schliessen könne, wenn gleich kein scharfer Reiz wirke, und kein heftiger Schmerz zugleich damit verbunden sey.

Dass sich in Polypen und andern Würmern keine Nervenfasern entdecken lassen, ist kein Beweis gegen ihr Daseyn. Diese Thiere zeigen ja auch ohne deutliche Muskelfasern Erscheinungen einer sehr starken Irritabilität. Und muss denn das, was wir Nervenkraft nennen, gerade an solche Fasernbündel geknüpft seyn, wie wir in den vollkommenern Thieren wahrnehmen? Ist nicht vielleicht gleichsam der ganze gallertige Körper der Elektrophor dieser Kraft, die wir wenigstens manchen Erscheinungen nach jenen unvollkommenern Thieren zuschreiben müssen, ich meine jenen Erscheinungen nach, welche so viele Analogie mit Erscheinungen bey höhern Thieren haben, die von der Thätigkeit der Nerven abhängen, und die eigentlich den Karakter der Thierheit ausmachen. Freylich bestünde alsdenn noch der Einwurf, der von denjenigen Pflanzen hergenommen ist, welche so unläugbare Spuren von Reizbarkeit

zeigen,

zeigen. Aber wer will, da die Analyse des Pflanzenorganismus noch so mangelhaft ist, über das Daseyn und Nichtdaseyn eines Theils desselben geradezu entscheiden? Das Hedysarum gyrans zeigt in seinen Bewegungen so viele Aehnlichkeit mit der Iris des Auges, seine kleine Blättchen gehorchen, wie diese, nur dem Reize des Lichts, die Elektrizität, die allen Erscheinungen nach durch Zerstöhrung der Nervenkraft die Reizbarkeit bey den Thieren zu vertilgen scheint, schwächt auch die Reizbarkeit der Pflanzen, sollten also nicht in diesen ähnliche Kräfte, vielleicht gar durch ähnliche Organe wirken, wie in den Thieren? —

Kurz, alle jene Gründe reichen nicht zu, die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft darzuthun, und jene Physiologen, welche die Quelle alles Lebens blofs in dieser suchen, und die Reizbarkeit nur als eine besonders modificirte Aeufserung derselben ansehen, begnügen sich nicht blofs mit der Widerlegung jener Einwürfe, sondern berufen sich auf manche Erscheinungen, die ganz positiv für ihre Meinung sprechen sollen. Dahin gehören z. B. die Erfahrungen über die Wirkungen mancher Gifte, vorzüglich des Kirschlorbeer-, Ticunha-, bitteren Mandelngifts, von denen ich oben wahrscheinlich zu machen gesucht habe, dafs sie zunächst durch und auf die Nerven wirken, und die Nervenkraft zerstöhren, welche Gifte gerade auch die Reizbarkeit zernichten. Opium, Weingeist verhalten sich auf ähnliche Art. Ist also nicht der Schlufs erlaubt, dafs die Reizbarkeit verschwindet, weil ihre Ursache, die Nervenkraft, vertilgt ist; oder kurz, weist nicht

diefs

W. 2. i. ii. Irritabilität u. Contractilität, nach ihrer Verschiedenheit, ihrem wechselweisen Zusammenhange, u. ihren Principien abgehandelt.

diefs constant coexiftirende Dafeyn und Verfchwinden auf einen urfachlichen Zufammenhang? Wird diefer Schlufs nicht noch weiter durch die Beobachtung gerechtfertigt, dafs den Veränderungen der Nervenkraft in Rückficht auf Intenfität ähnliche Veränderungen in der Irritabilität parallel laufen. Bey Hyfterifchen, im kindlichen Alter, wo gröfsere Empfindlichkeit ftatt findet, alle Empfindungen lebhafter find, fcheint auch die Irritabilität fich in höherm Grade zu zeigen, fofern folche Körper eine gröfsere Neigung zu Krämpfen haben; der Puls fchneller geht u. f. w. Auch die Menge von Nerven, welche zu den Muskeln gehen, deuten auf eine wichtige Rolle derfelben hin, und unterftützen wenigftens einigermafsen die Meinung, dafs die Reizbarkeit eine blofse Aeufserung der Nervenkraft fey. *Haller* fagt felbft, dafs der Daumen allein mehr Nerven habe, als die fo vielmal gröfsere Leber. Und dafs die Verrichtung diefer Nerven fich wenigftens nicht blofs darauf einfchränke, den Muskeln Empfindlichkeit zu ertheilen, und dem Willen eine Herrfchaft über fie zu verfchaffen; fcheint das Beyfpiel der unwillkührlichen Muskeln, vorzüglich des Herzens, zu erweifen.

Zweytes Kapitel.

Irritabilität und Contractilität; nach ihrer Verfchiedenheit, ihrem wechfelsweifen Zufammenhange; und ihren Principien betrachtet. Ein Wort über das Oxygen als Princip der Reizbarkeit.

Ein Rückblick auf das vorhergehende Kapitel zeigt uns ein Uebergewicht von Gründen für diejenige Mei-

nung, welche die Irritabilität der Nervenkraft wie Wirkung der Ursache unterordnet, und eine eigenthümliche Muskelkraft verwirft. Vielleicht lassen sich aber alle diese Gründe auch für eine Meinung benutzen, welche sich *Hallers* Lehre darin nähert, dass sie die Muskeln nicht als blosse Organe, welche die Aeusserung der Nervenkraft, etwa so wie die verschiedenen Sinnorgane, modifiziren, ansieht, aber auch von der andern Meinung sich nicht so weit, wie jene, entfernt, eine Meinung, welche beyde Partheyen vereinigt, und die Widersprüche in Harmonie auflöst. Da nehmlich alle Reize bey ihrer unmittelbaren Einwirkung auf die Nerven die Zuckungen eben so gut (oder vielmehr noch lebhafter) erregen, als wenn sie an die Muskelfasern selbst angebracht werden, da auch in diesem letztern Falle die Wirkung auf die Nervenfaser nicht wohl ausgeschlossen ist, indem die über die ganze Oberfläche und durch die ganze Substanz des Muskels verbreitete Empfindlichkeit überall das Daseyn von Nervenfäserchen (die vielleicht zuletzt in eine Markhaut ausgebreitet sind) verkündigt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die Reize immer nur durch ihre Wirkung auf die sensible Faser die Muskelfaser in Bewegung setzen, dass eine Veränderung der empfindlichen Faser constant der Zuckung vorangeht, und nothwendig vorangehen müsse, und dass die Nervenkraft die wichtige Verrichtung habe, den Muskeln Empfänglichkeit für Reize, das Vermögen durch Reize zu thätigen Aeusserungen veranlasst zu werden, kurz, Reizbarkeit, Irritabilität mitzutheilen. Aber dieses Vermögen für sich allein würde nicht im Stande

seyn,

Vollständigkeit, ihren wechselseitigen Zusammenhang einzig betrachtet,

seyn, den Muskel lebendig zu machen, das heisst, Bewegungen in ihm zu erregen, wenn nicht im Muskel selbst noch Etwas hinzukäme, auf was sich die im Nerven erregte Veränderung fortpflanzt, und vermittelst dessen dieselbe sich nun durch eine Zuckung wie gleichsam durch ein Zeichen offenbaren kann. Dieses Etwas, von dem Ich hier noch nicht entscheide, ob es blos in der Struktur des Muskels liegt oder nicht, verdient nun eben sowohl den Namen einer Kraft, und zwar giebt diese eigenthümliche Muskelkraft dem Muskel das Vermögen, sich bey der Einwirkung des gereizten Nerven auf ihn zusammenzuziehen, das Vermögen der Contractilität. Von diesen beyden Kräften, durch welche der Muskel Irritabilität und Contractilität erhält, hängen nun alle seine Verrichtungen ab. Beyde sind in gewisser Hinsicht von einander unabhängig, sofern nehmlich die Muskelkraft als keine blosse Modifikation der Nervenkraft angenommen wird, und sich von dieser, wie wir weiter unten sehen werden, in Rücksicht auf ihre Quelle und ihre Verhältnisse gegen andere Materien wesentlich unterscheidet; in anderer Hinsicht steht aber die eine so genau unter dem Einfluss der andern, dass jede für sich gleichsam todt ist, und ihre Thätigkeit, sofern sich nehmlich dieselbe durch Bewegung offenbart, nur unter dem Schutze und durch die Mitwirkung der andern äussern kann. Die Nervenkraft würde auch in den Muskeln blos Erscheinungen der Empfindlichkeit hervorbringen, wenn nicht die Ursache der Contractilität hinzukäme, die durch die Nervenwirkung erregt werden kann, und auf der andern Seite würden vergebens

alle Reize an die Muskeln angebracht werden, diese würden durch keine Aeusserung ihrer Kraft ihnen antworten, wenn nicht die Nervenkraft dazwischen träte, als das Medium, durch das diese Reize wirken, wie etwa bey der Erregung von Gesichtsempfindungen die Gegenstände ausser uns durch das Medium des Lichts auf unsere Gesichtsnerven wirken.

Bey dieser Bestimmung scheinen mir nun die Namen Irritabilität und Contractilität für diese Kräfte am schicklichsten gewählt zu seyn. Auch habe ich an *Reil* einen Vorgänger hierin, nur mit dem Unterschied, dass er das als blosse verschiedene Aeusserungen einer und derselben Grundkraft ansieht *h*), was ich von zweyen eigenthümlichen und von einander wesentlich verschiedenen Kräften ableite *i*). Hallers Irritabilität entspricht der Contractilität in dem von mir gebrauchten Sinne, (ob er gleich unter jener auch noch überdiess Empfänglichkeit für Reize versteht), und so wie nun die bewegfähige Faser contractile heisst, so kömmt der Nervenfaser im allgemeinen der Name irritable zu, und zwar, wie mich dünkt, sehr schicklich, da sie es allein ist, die einen Sinn, eine Empfänglichkeit für Reize hat, und da auch alle Wirkungen derselben nur auf Reize erfolgen.

Mit

h) a. a. O. S. 29. 30.

i) Auch hat im Grunde schon *Gaub* diese zweyerley Vermögen sehr scharfsinnig von einander unterschieden, wovon die Irritabilität bey ihm die Facultas quasi sentiendi, und die Contractilität die Facultas mouendi ist. Institutiones Pathol. §. 179.

Verschiedenheit, wechselseitiger Zusammenhang u. ihrer [illegible].

Mit der Annahme zweyer solcher unterschiedener Kräfte erklären sich nun viele Erscheinungen des thierischen Körpers sehr leicht, die zu eben so vielen Beweisen für das Daseyn derselben dienen. Man bemerkt in manchen Krankheiten, besonders in der Hysterie, eine grosse Neigung zu Krämpfen, und häufige Krampfzufälle, und doch ermüden eben solche Kranke bey jeder leichten Muskularanstrengung, und zeigen überhaupt eine grosse Schwäche. Alle Phänomene dieser Kranken beweisen, dass ihre Empfindlichkeit überwiegend gross ist. Würde nun die Muskelkraft bloss von der Nervenkraft abhängen, so liesse sich nicht wohl die Schwäche der erstern bey der Exaltation der letztern begreifen *k*). Das Phänomen erklärt sich aber vollkommen, wenn man zwey Kräfte bey der Hervorbringung der Muskularbewegung wirksam annimmt. Die Eine, nehmlich die Nervenkraft, die, erhöht in solchen Krankheiten, durch jeden leichten Reiz in Thätigkeit gesetzt wird, erregt nun die Contractilität und veranlasst Zuckungen, demungeachtet fehlt es solchen Personen an Muskularkraft überhaupt, weil die Kraft, von welcher die Contractilität abhängt, also gleichsam die nächste Ursache der Bewegung geschwächt ist. In dem Kindes- und Knabenalter ist die Irritabilität grösser, daher der schnellere

k) Freylich könnten die Vertheidiger einer Grundkraft hier immer noch einwenden, dass sich die Nervenkraft allerdings bey diesen Kranken erhöht zeige, aber nur in einer ihrer Aeusserungen, nehmlich der Empfindlichkeit, und dass sie sich eben desswegen in ihren andern Aeusserungen, namentlich der Contractilität, geschwächt zeigen müsse.

Puls, (der so häufig auch bey jenen Hysterischen und Hypochondrischen vorkömmt, ein wahres Nervenfieber, wie *Marcara* dasselbe schicklich benennt), die häufigen Krämpfe u. s. f.; die Contractilität hingegen steht nicht mit der Irritabilität im Verhältniss, sondern ist nur gering. Umgekehrt ist es bey manchen Wahnsinnigen, welche ein besonders merkwürdiges Beyspiel von ausserordentlicher Contractilität bey geringer Irritabilität geben. Sie sind unempfindlich gegen die heftigsten Reize von Arzneymitteln, gegen Hitze, Kälte, Hunger u. s. f., und doch zeigen sie die gröste und ausdauerndste Stärke der willkührlichen Bewegung. Hier ist also bey geringer Nervenkraft ausserordentliche Muskelkraft. Ist es also nicht wahrscheinlich, dass eine eigene von den Nerven unabhängige Kraft des Muskels an der Bewegung Antheil habe? Diese Erscheinungen können zwar eben so gut für Hallers Theorie benutzt werden, aber mit ihr ist dann das Phänomen kaum vereinbar, dass manche Gifte, z. B. das Opium, welche blos die Nervenkraft zerstöhren, zugleich auch die Reizbarkeit gänzlich vernichten. Herr *Behrends* fühlte die Stärke dieses Einwurfs, glaubte aber demselben mit der Bemerkung zu begegnen, dass nun in den Zwischenräumen der noch lebendigen und reizbaren Muskelfasern eine Massa iners, magna, gravis sich befinde, welche die Bewegung sehr erschwere, indem sie selbst bewegt werden müsse, und um so mehr erschwere, da nunmehr der Reiz nur auf wenige Fasern zumal wirken könne. Aber er bedenkt nicht, dass auch bey thätiger Nervenkraft die für sich nicht contractile Nervenfasern in Verhältniss gegen die

Beweg-

ihrer Verschiedenh., sondern vielfältig zusammen-
gesetzt, ableitet.

Bewegkraft auch als eine träge Masse angesehen werden müssen, und dass consequent mit seiner Meinung auch ein an wenige reizbare Fasern angebrachter Reiz im Stande seyn sollte, das ganze System der reizbaren Fasern eines Muskels ohne Hülfe der Nerven in Bewegung zu setzen, wie diess aus dem Beyspiel des Herzens erhellt, das sich in seinem ganzen Umfange zusammenzieht, wenn eine feine Spitze auch gleichsam nur auf einen Punkt desselben wirkt. So wenig widersprechend die Effekte des Opiums u. s. w. mit derjenigen Theorie sind, welche die Reizbarkeit von der Nervenkraft ganz allein ableitet, so harmonirt auf der andern Seite die Erscheinung von Fortdauer, ja von Erhöhung der Empfindlichkeit in einem gelähmten Muskel nicht gut damit *l*). In diesem Falle dauert die Nervenkraft noch fort, die Communication mit ihrer Quelle im Gehirne ist nicht unterbrochen, die Einwirkung des Princips der Seele auf den Nerven scheint nicht gehemmt zu seyn, und doch fehlt die Bewegkraft. Hängt also diese nicht noch von einer andern Kraft ab, die hier zerstöhrt ist, einer Kraft, die dem Muskel eigenthümlich ist?

Neue Gründe für diese Meinung werden sich aber vorzüglich bey der Untersuchung der Natur dieser Kräfte, ihrer Principien, und der Quellen, aus denen sie herfliessen, anbieten. Die meisten neuern Physiolo-

 gen

l) Es sind mir bisweilen Kranke mit gelähmten Gliedmaassen vorgekommen, die über heftige Schmerzen in denselben klagten.

gen suchen den zureichenden Grund der Reizbarkeit, sie mögen nun diese als eine eigenthümliche Kraft oder als eine bloſse Modifikation der Nervenkraft ansehen, in der eigenthümlichen Struktur der Theile. Auch hierin hat *Haller* den Ton angegeben. Wenn man seine Gründe liest, die er für den Sitz der Reizbarkeit im Gluten anführt, so sollte man glauben, er halte die Reizbarkeit nicht einmal für eine der organischen Faser ganz eigenthümliche von den Eigenschaften der Materie überhaupt unterschiedene Eigenschaft, sondern mehr nur für einen höhern Grad von Elasticität. In jedem Falle erhellt das daraus, daſs er dieselbe für eine bloſse Folge der körperlichen Beschaffenheit, der Verbindung der Grundbestandtheile der reizbaren Faser ansieht. Diese Meinung fand ebenfalls an *Fontana*, diesem zweyten Schöpfer der Irritabilitätslehre, einen eifrigen Anhänger, und auf diese Seite traten dann nachher die wichtigsten Schriftsteller über diese Materie *Sömmering*, *Reil*, *Hebenstreit*, *Hoffmann*, *Metzger* u. s. w. Sehr viele Erscheinungen, die zum Theil ganz unerklärt bleiben, wenn man die Muskularkraft bloſs als eine Folge der eigenthümlichen Struktur ansieht, theils gerade zu dieser Meinung zu widersprechen scheinen, nöthigen uns aber zur Annahme eigener körperlicher Principien, die jenen Kräften zum Grunde liegen, und die noch zur Struktur hinzutreten müssen, um diese erst zu beleben, und zu Kraftäuſserungen fähig zu machen, von Principien, die nicht, wie die Struktur, Etwas Bleibendes, sondern etwas Vorübergehendes sind, die sich erneuern, anhäufen, und erschöpft werden, von welchen Verän-

derun-

derungen dann auch die Veränderungen in den Erſcheinungen der Reizbarkeit in Rückſicht auf Daſeyn, Stärke und Dauer abhängen. *Girtanner* fühlte vollkommen die Unzulänglichkeit der Theorie *Hallers*, und glaubte die Lücken derſelben am beſten durch Annahme eines eigenthümlichen Irritabilitätsprincips ausfüllen zu können *m*). Er läſst ſich indeſſen in keine nähere Erörterung der Gründe ein, die für das Daſeyn eines ſolchen Princips überhaupt ſprechen, und die meines Erachtens vorzüglich in folgenden Erſcheinungen liegen:

1) In der Wirkung der meiſten Gifte, welche die Reizbarkeit plötzlich und mehr oder weniger vollkommen zerſtöhren. Auch mit den beſten Mikroskopen erkennen wir in dieſem Falle, wenigſtens gleich im Anfange, keine Veränderung in der Struktur der Muskeln, und die Fäulniſs derſelben tritt, wenn gleich überhaupt früher als in andern Fällen, doch immer noch ſpäte genug ein. *Fontana* behauptet zwar, daſs manche Gifte die verſtärkte Elektricität u. ſ. w. die Reizbarkeit durch Veränderung des innern Gewebs, der Ordnung und des Zuſammenhangs der Grundbeſtandtheile der

m) *Gaub* hat ſchon in gewiſſer Hinſicht ein Princip der Lebenskraft, welchem er alle Erſcheinungen der Irritabilität und Contractilität als Wirkungen unterordnet, angenommen, ein Princip, unter dem er ein feines Fluidum verſteht, das die an ſich todte Faſer erſt belebt, ein Fluidum, das erſchöpft wird, und nun erſetzt werden muſs, wenn dieſe Kraft nicht erlöſchen ſoll, und das er dem elektriſchen Fluido analog hält. a. a. O. S. 185. 187.

Muskeln zerſtöhren *n*). Er beruft ſich hiebey eben auf das Phänomen der frühern Fäulniſs des Fleiſches der auf dieſe Art getödteten Thiere. Indeſſen geſteht er ſelbſt, daſs bey ſolchen Thieren gleich nach dem Tode keine Veränderung in Rückſicht auf das Gewebe, die Härte des Fleiſches u. d. gl. wahrzunehmen ſey, folglich kann jenes nicht die Urſache der zerſtöhrten Reizbarkeit und der frühern Fäulniſs ſeyn. Hier hört alſo die Kraft bey fortdauernder gleicher Struktur auf, es kann alſo dieſe nicht der zureichende Grund von jener ſeyn. Nimmt man aber ein höchſt feines, elaſtiſches, bewegliches Fluidum als Princip der Reizbarkeit an, ſo begreift man leicht, wie dieſelbe bey unveränderter Struktur durch ſchnelle Ableitung dieſes Princips plötzlich und gänzlich zerſtöhrt werden kann, und ein ſolches Princip deſswegen läugnen zu wollen, weil es ſich unſerm körperlichen Auge nicht unmittelbar offenbart, wäre eben ſo ungereimt, als eine magnetiſche Materie zu verwerfen, weil wir ſie nicht ſehen;

2) in den Phänomenen der temporären Erſchöpfung und Erhöhung der Reizbarkeit, die ſich auf ſo mannigfache Art äuſsern. Schon das einfache Phänomen der Erſchlaffung eines Muskels, ungeachtet des fortdauernden Reizes, iſt im Grunde für diejenigen, welche die Reizbarkeit bloſs von der eigenthümlichen Struktur ableiten, unerklärlich. So erſchlafft z. B. das Herz wieder, nachdem es ſich zuſammengezogen hat, ſelbſt wenn nach Unterbindung der Hohladern, der Lungenvenen

n) a. a. O. S. 152. 153.

venen und der Herzhöhlen nicht bloss diese, sondern auch die Vorkammern des Herzens mit Blut angefüllt sind. Die erschlafften Herzkammern ziehen sich ferner nicht sogleich wieder, wenn das Blut in sie einzuströmen beginnt, und der Reiz sich also wieder erneuert, zusammen. *Girtanner* erklärt diess sehr richtig, wie mir scheint, aus dem Verluste des Irritabilitätsprincips bey jeder Zusammenziehung, zu dessen Wiedererstattung einige Zeit erfordert werde *o*). *Reil* findet hingegen in dieser Erscheinung gar keinen Grund für die Annahme eines solchen Princips, und erklärt dieselbe daher, dass das Blut nicht durch blosse Berührung, sondern zugleich durch die Gewalt, mit welcher es einströme, und durch die Ausdehnung das Herz zur Zusammenziehung reize. Dagegen läst sich aber durch die Erfahrung antworten, nach welcher ein kleiner Tropfen Bluts oder einer andern Feuchtigkeit das Herz zur Zusammenziehung reizen kann, was besonders aus *Hallers*

o) Man erklärt gewöhnlich die periodische Rückkehr der Paroxysmen der Wechselfieber aus einer im Zustande der Apyrexie allmählich geschehenen Ansammlung von neuem Krankheitsstoffe. Dieser Krankheitsstoff scheint mir in diesem Falle das Irritabilitätsprincip zu seyn, das überhaupt in den meisten Krankheiten durch Fehler in seiner Menge überhaupt oder in seiner Vertheilung an die verschiedenen organischen Systeme eine Hauptrolle spielen mag. Manche periodisch wiederkehrende Erscheinungen des gesunden Körpers, z. B. Schlaf, Hunger, Durst, monatliche Reinigung u. s. w. mögen ebenfalls von periodischen Erschöpfungen und Ansammlungen des Irritabilitätsprincips abhängen.

Hallers Versuchen erhellet, in denen, wenn er auch das Blut mit aller Gewalt aus den Herzhöhlen herauszudrücken versuchte, dennoch das wenige noch zurückbleibende Blut hinreichend war, das Herz zu reizen und in Bewegung zu setzen.

3) Nach *Fontanas* Beobachtungen ziehen sich bey offener Brusthöhle sowohl bey warm- als kaltblütigen Thieren die Vorkammern des Herzens zwey- bis dreymal in eben der Zeit zusammen, da sich die Herzhöhlen nur einmal zusammenziehen, ungeachtet gleich bey der ersten Zusammenziehung der Vorkammern eben so viel Blut wie sonst in die Höhlen getrieben wurde, und folglich der nehmliche Reiz auf sie wirkte, wie im natürlichen Zustande. Ferner ziehen sich in diesem Falle die Vorkammern des Herzens nicht immer gleich nach der Erschlaffung wieder zusammen, wenn sie gleich immer vom Blute der zurückführenden Adern auf die nehmliche Art wie sonst gereizt werden p). Das herausgerissene Herz sowohl von kalt- als warmblütigen Thieren zeigt nach *Fontanas*, *Whytts* und meinen eigenen Beobachtungen nicht selten auf äusserlich angebrachte Reize keine Zusammenziehungen, und bleibt für sich auch in völliger Ruhe, und doch fängt es nach einiger Zeit sich wieder sehr lebhaft von freyen Stücken zu bewegen an. Die Bewegungen des herausgerissenen Herzens werden auch allmählich schwächer, und wiederhohlen sich erst nach grössern Zeitzwischenräumen. Diese Phänomene scheinen sich mir nicht erklären zu lassen, wenn man

für

p) a. a. O. S. 26. 30.

für die nothwendige Bedingungen der Zusammenziehung des Herzens blos einen bestimmten Reiz und eine eigenthümliche Struktur annimmt. Denn diese Bedingungen traten in allen diesen verschiedenen Fällen auf eine unter sich und zum Theil jener im natürlichen Zustande gleiche Art ein, und doch war der Effekt sehr verschieden. Im erstern Falle habe ich z. B. keinen Grund, eine veränderte Struktur der Herzhöhlen anzunehmen, und doch brachte der gleiche Reiz keine Zusammenziehung wie im natürlichen Zustande hervor. Ferner in dem Falle, wo das Herz nach langer Ruhe bey gleichbleibenden Reizen (nehmlich der äussern Luft, des in den Herzhöhlen noch enthaltenen Blutes u. s. w.) sich doch wieder lebhaft bewegte, reicht jene Theorie eben so wenig aus, da sich beyde Phänomene erklären lassen, wenn man ein Irritabilitätsprincip annimmt, das sich im erstern Falle erst nach längerer Zeit in der gehörigen Menge (wegen des durch die Verwundung geschehenen Blutverlusts, der Schmerzen), und im zweyten Falle im Zwischenraume der Ruhe von neuem wieder, ersetzte. Auch die allmähliche Schwächung und endlich das gänzliche Aufhören der Bewegungen des herausgerissenen Herzens, ungeachtet weder in der Struktur, noch in den Reizen sich Veränderungen zeigen, deuten auf ein Irritabilitätsprincip als nothwendige Bedingung zur Erregung der Bewegungen hin, mit dessen aufhörendem Ersatze auch die Fähigkeit zu Bewegungen aufhören muss. Eine ähnliche Erklärung lassen die oben (S. 87.) erzählten Erscheinungen zu, und sprechen insofern mit für die Annahme eines Irritabilitätsprincips.

4) Nur

4) Nur mit der Annahme eines ſolchen Princips laſſen ſich auch die Verſchiedenheiten in der Schnelligkeit der Bewegung des Herzens bey verſchiedenen Thieren erklären. *Fontana* hat beobachtet, daſs ſich das Herz bey Fröſchen ſieben und ſiebzigmal in einer Minute zuſammenziehe, indeſſen es bey Aalen nur vier und zwanzigmal, und bey Schildkröten nur etwa zehnmal in dieſer nehmlichen Zeit ſchlägt, und daſs das Herz dieſer Thiere deſto langſamer ſchlage, je mehr ſie durch Hunger gelitten haben, ſo daſs unter ſolchen Umſtänden daſſelbe ſich etwa zehnmal in zwey und zwanzig Minuten zuſammenziehe *q)*. Bey dieſen verſchiedenen Thieren und unter dieſen verſchiedenen Umſtänden ſind die Bedingungen Struktur und Reiz auf gleiche Art vorhanden, bey der Schildkröte wird der Reiz z. B. nicht durch neue Blutwellen vermehrt, er muſs alſo gleich im Anfange, wenn nehmlich das Herz ausgedehnt wird, eben ſo ſtark wirken als nachher, da er das Herz wirklich zur Zuſammenziehung reizt; man hat ebenfalls keinen Grund anzunehmen, daſs in der Zeit von der Ausdehnung bis zur Zuſammenziehung Etwas in der Struktur des Herzens verändert worden ſey, wodurch daſſelbe die verlorne Reizbarkeit wieder erhielte, folglich können Struktur und Reiz nicht die einzigen Bedingungen ſeyn, unter denen die Zuſammenziehung erfolgt. Dieſe Schwierigkeiten fallen aber hinweg, wenn man ein eigenes Princip der Irritabilität annimmt, das in einem gewiſſen Maaſse vorhanden ſeyn muſs, wenn der Reiz

auf

q) a. a. O. S. 24, 25.

auf das Herz wirksam seyn soll, und das in diesen verschiedenen Thieren verschieden schnell wieder ersetzt wird. Schneller z. B. bey Fröschen, langsamer bey Aalen, am langsamsten bey Schildkröten, und bey diesen langsamer wenn sie Hunger leiden, als im umgekehrten Falle.

5) Nur mit der Annahme eines solchen Princips läßt sich die Erscheinung vereinigen, daß das Herz, wenn es noch in der Brusthöhle befindlich ist, bey manchen Thieren nicht sogleich nach der Zusammenziehung schlaff wird, da man hingegen bey andern, zumal bey warmblütigen Thieren, keine Zwischenzeit zwischen dem letzten Augenblicke der Zusammenziehung des Herzens und dem ersten seiner Ausdehnung wahrnehmen kann r). Diese Verschiedenheit hängt nehmlich davon ab, daß das Princip der Irritabilität, das die Zusammenziehungen erregt und unterhält, mehr oder weniger schnell erschöpft wird (nach Verschiedenheit der Menge desselben, und des vorhandenen Reizes, indem vielleicht bey Säugthieren, Vögeln, die Wärme zur schnellern Zerstreuung des Princips etwas beyträgt); indem vom Augenblicke seines völligen Verschwindens, oder einer solchen Erschöpfung, daß es nimmer im Stande ist die Elasticität der Muskelfaser zu überwinden, diese nun zu erschlaffen beginnt.

Fonta-

r) *Fontana* in der so oft angeführten Schrift: Beobachtungen und Versuche über die thierische Natur der Körper. S. 33. 34.

Fontana, der zuerst auf mehrere dieser Erscheinungen aufmerksam war, und daraus die Bedingungen der Entstehung der Zusammenziehungen ableitete, bedient sich zur Erklärung derselben ebenfalls überall der Ausdrücke: „Verlust der Reizbarkeit, Wiederersetzung derselben in kürzerer oder längerer Zeit." Wie wenig aber diese mit seiner Theorie von der Natur der Reizbarkeit, die er ganz allein aus der Struktur ableitet, zusammenpassen, scheint mir aus dem bisher vorgetragenen deutlich genug zu erhellen, indem in keinem der Fälle, in welchem sich geschwächte temporär erloschene oder völlig vernichtete Reizbarkeit zeigte, Veränderungen in der Struktur bemerklich waren, von welchen diese Veränderungen der Reizbarkeit als Effekte hätten abhängen können. Endlich stimmen noch manche andere Erscheinungen des menschlichen Körpers, z. B. die im natürlichen Zustande periodisch eintretende Erhöhung der Reizbarkeit in manchen Organen, die Veränderungen der Reizbarkeit sowohl des ganzen Körpers als auch einzelner Organe, die mit seiner Entwickelung auf einander folgen, die örtliche oder allgemeine Erhöhung oder Verminderung der Reizbarkeit in mancherley Krankheiten, die Zunahme der Reizbarkeit eines einzelnen Systems mit Abnahme der Reizbarkeit der übrigen Theile in dergleichen Krankheiten u. s. w. Alle diese Erscheinungen stimmen weit besser mit der Annahme eines Irritabilitätsprincips, das sich bald anhäuft, bald abnimmt, je nachdem die Reize, von deren richtigem Verhältniss gegen die Reizbarkeit die Gesundheit allein eigentlich abhängt (wesswegen es im

Grunde

Grunde so viele verschiedene Gesundheiten als Individuen giebt), schwächer oder stärker wirken, an Zahl ab- oder zunehmen, das bald dorthin, bald hierhin ströhmt u. s. w., als mit der Theorie überein, welche in der Struktur das Wesen der Reizbarkeit sucht. Damit läugne ich nicht den wichtigen Antheil, den auch die Struktur an dem Daseyn dieses Vermögens hat. Dieser erhellt deutlich aus *Fontanas* Versuchen s) und den Erscheinungen, die man so häufig am menschlichen Körper beobachtet, dass nehmlich bey allzuheftiger Ausdehnung oder Zusammendrückung die Reizbarkeit der Muskelfasern verloren geht (Paralysis der Urinblase nach starker Ausdehnung, Schwächung der Reizbarkeit des Herzens bey starker Anhäufung des Bluts in seinen Höhlen, und der Reizbarkeit der Gedärme in der Tympanites), in welchem Falle offenbar dieser Verlust mit einer Veränderung in der organischen Struktur coexistirt. Aber man kömmt nur mit der Struktur allein nicht aus, da hingegen ein eigenes Princip in Verbindung mit der Struktur die Erscheinungen der Irritabilität zureichend erklärt. *Reil*, der ebenfalls blos aus der Struktur der Theile das Vermögen der Irritabilität herleitet, wird durch diese schnell erfolgende, schnell vorübergehende und periodische Veränderungen der Irritabilität in Verlegenheit gesetzt, indem es aller Erfahrung widerspricht, schnelle Veränderungen in der Struktur, Mischung der Fasern, die doch nach seiner Theorie nothwendig eintreten müssen, anzunehmen. Er nimmt daher zur Annahme eines

s) a. a. O. S. 52. fg.

schnellen Beytritts und Lostrennung der Licht- Wärme-, elektrischen Materie, oder irgend eines andern feinern Fluidums, durch welche Veränderungen die Vermögen der Organe modificirt werden sollen, seine Zuflucht *t*). Was für ein wesentlicher Unterschied bleibt aber alsdann noch zwischen dieser Meinung und der Annahme eines Irritabilitätsprincips, unter welchem wir irgend ein feines Fluidum verstanden haben, mit dessen Veränderungen sowohl nach Quantität als Qualität (sofern sich z. B. verschiedene Modifikationen seiner Elasticität gedenken lassen) zugleich Veränderungen in der Irritabilität eintreten, für ein wesentlicher Unterschied übrig? *Reil* meint zwar, daſs wir keine groſsen Fortschritte durch den Erweis eines Irritabilitätsprincips gemacht haben würden. Wenigstens wächst aber alsdann die Hoffnung, die geheime Natur der thierischen Kräfte und den Zusammenhang der Erscheinungen mit der Ursache auch vollends zu enträthseln. Denn bleiben wir bloſs bey der Struktur stehen, so haben wir immer Etwas auf die übrigen Erscheinungen in der Natur irreducibles, auch ist dieſs Phänomen schon mehr ein zusammengesetztes. Mit dem Erweis eines feinern Fluidums, als Princips der Irritabilität und der Lebenskraft überhaupt, haben wir aber den Vortheil gewonnen, daſs wir nun richtiger und bestimmter die Verhältnisse dieser einfachen Materie gegen andre Stoffe in der Natur untersuchen können. Die organischen Fasern sind in mehrere Stoffe zerlegbar, die Verhältnisse derselben sind also verwickelter, und nicht so leicht zu verfol-

t) a. a. O. S. 79. 80.

ihrer Verschiedenheit, ihrem wechselseitig- u. ihrem Princip. betrachtet.

verfolgen. Auch wächst, wenn wir nur erst das Daseyn eines solchen Fluidums als Princips der Lebenskraft wahrscheinlich gemacht haben, die Hoffnung, die Erscheinungen des Organismus auf Erscheinungen in der anorgischen Natur überhaupt reduciren, und sie somit erklären zu können. Entdecken wir nehmlich Analogien dieses organisirenden Fluidums mit irgend einer durch die Natur allgemeiner verbreiteten Materie, so können wir nunmehr auf diesen fortbauen, die Kenntnisse, die wir von den Verhältnissen und Eigenschaften dieser analogen Materie haben, bahnen uns den Weg zu einer glücklichen Verfolgung der Untersuchung der Natur jenes Princips, und wächst bey unsern Bemühungen die Wahrscheinlichkeit der Identität beyder Materien, so ist das schöne Ziel beynahe schon erreicht, die organische Schöpfung, sonst isolirt, ist in innigern Zusammenhang mit der ganzen Natur gebracht, dann giebt es keine besondere Gesetze in der organischen und in der anorgischen Natur, beyde zerschmelzen durch die Magie unsers Geistes in gemeinschaftliche, und das Thier und die Pflanze erhält dann erst vielleicht mit Recht den Namen einer animalischen oder vegetabilischen Krystallisation. Aber auch ohne auf diese für itzt nur noch als Träume anzusehende Aussichten mich weiter zu berufen (Aussichten, die vielleicht bald durch die Bemühungen eines glücklichen Genius heller und reiner, und nicht bloss der Phantasie, sondern auch dem Verstande einleuchtend dargestellt werden möchten), so ist das doch immer reeller Gewinn bey der Annahme eines Irritabilitätsprincips, dass nun sehr viele Erscheinungen für

unſere ſubjektive Vorſtellungsart einleuchtender und mit unſerer Naturphiloſophie übereinſtimmender erklärt werden.

In dem bisherigen, wo von einem Principe der Irritabilität die Rede war, habe ich Irritabilität in einem weitern Sinne als demjenigen, den ich oben dem Worte beygelegt habe, genommen. Ich faſste nehmlich hier die Erſcheinungen der Irritabilität und Contractilität unter einem gemeinſchaftlichen Namen zuſammen. Da ich aber oben dieſe beyde Vermögen von zwey verſchiedenen Urſachen ableitete, ſo zerfiel nunmehr das Princip der Irritabilität, das ich als ein einzelnes betrachtete, in zwey Principien, in ein Princip der Irritabilität im engern Sinne, und in ein Princip der Contractilität. Bey der Wichtigkeit der Verrichtung, die ich im obigen der Nervenkraft bey der Erregung der Bewegungen zugeſchrieben habe, könnte man ſich aber vielleicht begnügen, bloſs ein ſolches Princip der Nervenkraft anzunehmen, für deſſen Annahme ſich auch die Stimmen der vorzüglichſten Phyſiologen vereinigt haben. Da ich nehmlich die Wirkſamkeit der Nervenkraft zur nothwendigen Bedingung aller Bewegung gemacht, und dieſelbe als das Medium aufgeſtellt habe, auf welches und durch welches alle Reize wirken, ſo laſſen ſich dem erſten Anſchein nach alle die Erſcheinungen von Zerſtöhrung der Reizbarkeit bey unveränderter Struktur; von Erſchlaffung bey fortdauerndem Reize; von mehr oder weniger frühzeitig erfolgender Zuſammenziehung bey gleicher Einwirkung eines äuſsern

Reizes,

Reizes, von Erſchöpfung der Reizbarkeit durch anhaltend wiederholte Zuckungen von Zunahme und Abnahme derſelben, die oft ſchnell periodiſch im kranken und geſunden Zuſtande geſchieht, ſehr gut erklären, wenn man alle die Veränderungen, die oben vom Principe der Irritabilität angeführt wurden, nun auf das Princip der Nervenkraft überträgt. Die Urſache der Contractilität könnte man dann in der beſondern Struktur der Muskeln ſuchen. Da aber mehrere Erſcheinungen, die zum Theil ſchon oben angeführt wurden, theils ſogleich noch erwähnt werden ſollen, Veränderungen in der Bewegkraft anzeigen, die nicht von Veränderungen der Nervenkraft und eben ſo wenig von Veränderungen der Struktur abhängen, Veränderungen, die oft eben ſo ſchnell, wie jene der Irritabilität, entſtehen und vorübergehen; Veränderungen, die auf die Einwirkung von Stoffen erfolgen, die nicht durch Zerrüttung der Struktur zu wirken ſcheinen, da ferner die Muskeln nach aller Rückſicht als Abſonderungsorgane anzuſehen ſind, und der Stoff, den ſie abſondern, wohl wahrſcheinlich eine wichtige Beziehung auf ihre Verrichtung ſelbſt hat, ſo beſtimmen mich alle dieſe Gründe, auch das Vermögen der Contractilität einem eigenen Principe unterzuordnen, das ſich wie das Princip der Irritabilität anhäufen, abnehmen, und abgeleitet werden kann, und von deſſen Veränderungen in dieſer Rückſicht vorzüglich die Veränderungen der Contractilität abhängen. Einige nicht unbedeutende Gründe für die Annahme zweyer ſolcher Principien, und beſonders für die Eigenthümlichkeit eines Princips der Contractilität, werden ſich bey

der Betrachtung der Quellen, aus welchen diese beyde Principien fliefsen, ergeben *u*).

Dafs das Princip der Irritabilität oder das excitirende Princip durch die Nerven den Muskeln zugeführt, und im Gehirne

u) Die Hauptidee von zwey Principien der Muskelkraft, wovon das eine gleichfam das excitirende durch die Nerven, das andere gleichfam das fähigmachende durch das Blut den Muskeln zugeführt wird, verdanke ich meinem verehrungswürdigen Lehrer, Herrn Prof. *Kielmeyer*, der sie schon vor einigen Iahren in seinen Vorlesungen über allgemeine Thieranatomie und Physiologie entwickelt hat. Auch sind die Hauptgründe, die ich für die Annahme eines Princips, das aus dem Blute mitgetheilt wird, angeführt habe, aus seinem Vortrage entlehnt, und ich werde bey Aufzählung derselben auf diese Quelle selbst zurückweisen. — Ich gestehe gern, dafs diese Vorstellungsart manchen Einwürfen unterworfen ist, und dafs diejenige Theorie, die alles aus e i n e r Lebenskraft ableitet, sich theils durch ihre Simplicität, theils durch ihre natürliche Erklärung mancher Erscheinungen sehr empfiehlt. Indessen habe ich doch die Ausführung jener Meinung deswegen versucht, weil ich überzeugt bin, dafs, wenn auch der Hauptgedanke unrichtig befunden werden sollte, doch die Materialien, aus denen er entsprossen ist, brauchbar bleiben, und zur Aufklärung dieser wichtigen Materie überhaupt werden benutzt werden können. Wirkt das Blut vielleicht blofs neben seinen andern Verrichtungen der Ernährung und der Absonderung von Lymphe, Fett, durch mechanische Ausdehnung? Oder fliefst den Muskeln durch das Blut, gleichsam nur wie durch einen zweyten Kanal, das nehmliche Princip zu, das ihm die Nerven zuführen? Wenigstens scheinen mehrere Erscheinungen zu sagen, dafs das Blut selbst freyes wirksames Lebensprincip enthalte, womit es theils in den Lungen geschwängert, theils durch die Nerven damit versehen wird.

Gehirne, Rückenmarke und in den Nerven selbst, vorzüglich in den Ganglien derselben, abgesondert werde, bedarf keines weitern Erweises nach den Gründen, die wir oben schon für die Wichtigkeit der Verrichtung der Nerven bey der Erregung der Bewegungen angeführt haben, wo wir zugleich die Natur dieser Verrichtung zu bestimmen suchten. Das Princip, von welchem die Contractilität oder die eigenthümliche Muskelkraft abhängt, das fähigmachende Princip, scheint auf einem andern Weg zu den Muskeln zu gelangen. Die Quelle desselben scheint nehmlich das Blut zu seyn, aus welchem es in den Muskeln selbst abgeschieden, und bey dem immerwährenden Verluste, der mit jeder Zuckung erfolgt, wieder ersetzt wird. Eine Menge von Erscheinungen beweisen wenigstens, dass das Blut eine wichtige und gleichsam nothwendige Beziehung auf die Verrichtung der Muskeln selbst habe, und erlauben die Deutung, dass diese Beziehung in Mittheilung eines solchen Princips bestehe.

Die ungeheure Menge von Blutgefässen, die sich in den Muskeln verbreiten, und zwar auch alsdann noch, wenn der Körper sein vollkommenes Wachsthum erreicht hat, scheint wohl nicht bloss zur Ersetzung der Substanz des Muskels, sondern, wie in andern absondernden Organen, zur Abscheidung irgend eines Stoffs zu dienen, der wegen seines steten Verbrauchs immer wieder erneuert werden muss. Dass nun dieser Stoff entweder vom Blute getrennt und an die Muskelfaser abgesetzt, oder mit dem Blute in Verbindung bleibend,

und ſich gleichſam erſt im Augenblicke der Zuckung abſcheidend zu dem Vermögen der Muskeln, lebendige Bewegung zu zeigen, einen wichtigen Beytrag gebe, erhellt nun weiter aus folgenden Phänomenen:

1) Aus der Lähmung, die in den Muskeln bey Unterbindung der Arterie derſelben erfolgt, und die bey der Löſung des Bandes wieder aufhört. Dieſs beweiſen *Hallers v)* und *Fontanas* Verſuche, und ſehr ſchön ſtimmen damit *Lyonets* Erfahrungen an den Inſekten überein. Bey dieſen vertreten nehmlich die Luftgefäſse gleichſam die Stelle der Saftgefäſse, und eben dieſe Luftgefäſse gehen in groſser Menge zu den Muskeln. Auch dieſe ſcheinen alſo hier den Muskeln ein Princip mitzutheilen, das ſie zu den Aeuſserungen der Contractilität fähig macht. Dieſs wird aber noch näher durch *Lyonets* Beobachtung erwieſen, daſs bey der Beſchmierung der Stigmaten mehrerer auf einander folgenden Ringe mit Oel eine Lähmung in denſelben entſtand. Dieſs Oel iſt gleichſam wie jenes Band der Arterie anzuſehen, das hier die Erneuerung der Luft wie dort des Bluts verhinderte *w)*. Würde die Nervenkraft für ſich allein im Stande ſeyn, die Muskeln zu Aeuſserungen der Bewegkraft fähig zu machen, ſo könnte, da die Erneuerung dieſer Kraft nicht gehindert iſt, keine Lähmung entſtehen, deren Eintreten aber ſehr gut mit der Annahme zweyer Prin-

v) Phyſiol. Tom. IV. S. 546. Memoires, T. I. p. 268.

w) Dieſe Anwendung der Beobachtung *Lyonets* machte Herr Prof. *Kielmeyer*.

[illegible]

Principien, wovon eins durch die Hohlgefäſse mitgetheilt wird, harmonirt;

2) aus der Verminderung der Reizbarkeit in allen oder in einzelnen Muskeln bey allgemeiner oder örtlicher Verblutung, oder bey unterbrochenem Kreislaufe. Dieſs erhellt beſonders auffallend aus *Fowlers* Verſuchen, in denen die Unterbrechung des Zufluſſes des Bluts eine ſo ſchnelle und merkliche Schwächung der Reizbarkeit zur Folge hatte, und weit nachtheiliger wirkte, als die Unterbrechung des neuen Zufluſſes von Nervenkraft *x*). Das nehmliche beſtätigen ſeine Verſuche über die Wirkung des Opiums auf die Fröſche unter verſchiedenen Umſtänden, wo jedesmal die Reizbarkeit am meiſten bey denen ſich geſchwächt zeigte, denen das Blut vorher abgelaſſen und vorzüglich in der Gliedmaaſse, deren Arterie und Vene, um die Verblutung zu bewirken, geöffnet worden waren *y*).

3) Die Zerſtöhrung der Reizbarkeit durch Einathmen oder Einſpritzen der mephitiſchen Luftarten ins Blut, womit zugleich chemiſche Veränderungen im Blute coexiſtiren, dient ebenfalls zur Beſtätigung unſerer Meinung. Da dieſe Luftarten im Darmkanal, wo ſie doch ebenfalls frey auf die Nerven wirken könnten, durchaus nicht jenen Effekt hervorbringen, ſo ſcheinen ſie nicht ſowohl durch Zerſtöhrung der Nervenkraft, als vielmehr durch eine ſolche Veränderung des Bluts zu wirken,

x) S. oben S. 134.

y) S. o. S. 131. Aus analogen Erfahrungen *Fontanas* hat Herr Prof. *Kielmeyer* ſchon dieſen Beweis abgeleitet.

wirken, daſs ſich nimmer jenes Princip der Contractilität aus demſelben abſcheiden kann. Dieſs wird um ſo wahrſcheinlicher, da das Blut der auf dieſe Art getödteten Thiere wirklich auffallende Verſchiedenheiten vom natürlichen Zuſtande zeigt, ſchwarz oder bräunlicht, mehr aufgelöſt oder geronnen wird, wie ſowohl aus denen von mir *z*), als auch von andern, vorzüglich von Herrn *Girtanner a*) angeſtellten Verſuchen erhellet *b*).

4) Beſonders gut harmoniren aber mit der Annahme zweyer ſolcher Principien, von deren gemeinſchaftlicher Zuſammenwirkung die Erſcheinungen der Irritabilität abhängen, und wovon das eine durch die Nerven, das andere durch das Blut zugeführt wird, die Erſcheinungen der Bewegung des Herzens. Da bey den wenigen Nerven, die daſſelbe angehen, das Vermögen, das von der Nervenkraft abhängt, nehmlich die Fähigkeit, durch Reize zu Zuſammenziehungen aufgefordert werden zu können, das heiſst, die Irritabilität geringer ſeyn muſs, als bey andern Muskeln, ſo ſieht man nun ein, warum ſeine Reizbarkeit nach dem Tode eher aufhört, als die der andern willkührlichen Muskeln, indem nun das Princip der Reizbarkeit, das in ſeinen wenigern und zärtern Nerven in geringerer Menge vorhanden iſt, und nicht mehr erneuert wird, nothwendig auch eher

erſchöpft

z) S. o. 126.

a) Siehe *Grens* Journal der Phyſik, III. Band, S. 517. 518.

b) Herr Prof. *Kielmeyer* hat auf eine ähnliche Art Fontanas Erfahrungen über die gröſsere Wirkſamkeit der ins Blut eingeſpritzten Gifte benutzt.

erschöpft werden muſs. Zugleich erklärt ſich aber auch die groſse und unermüdet wirkende Muskelkraft, die es im Leben äuſsert, und durch die es alle andere willkührliche Muskeln übertrifft. Dieſe kann von ſeiner geringern Nervenkraft nicht wohl abhängen, ſondern verdankt ihr Daſeyn dem Ueberfluſſe an dem Principe der Contractilität. Da es nehmlich unter allen Muskeln der blutreichſte iſt, da ferner gerade ein ſolches Blut, das durch den merkwürdigen chemiſchen Proceſs in den Lungen wohl wahrſcheinlich mit Lebensprincipe geſchwängert wurde (ſ. u.), die Wände deſſelben anſpühlt, ſo kann der Stoff, von dem eigentlich zunächſt das Vermögen zu Zuſammenziehungen abhängt, und der bey jeder Zuckung verloren geht, in jedem Augenblicke in ſolcher Fülle wieder erneuert werden, daſs die Contractilität immer wieder ihre vorige Energie erhält *c*). Man begreift nunmehr, warum der Reiz des Bluts alle andere Reize an Wirkſamkeit auf das Herz übertrifft, warum die Atria diejenige Theile des Herzens ſind, die am längſten Zuckungen zeigen; warum der linke Ventrikel eine ſo ungeheure Kraft äuſsern kann u. ſ. w. *d*).

5) In

c) Dieſe Ideen über die Wirkung des Bluts bey Erregung der Zuſammenziehungen des Herzens hat Herr Prof. *Kielmeyer* in ſeinen Vorleſungen vorgetragen.

d) Dieſe Vorſtellungsart ſcheint mir alle Erſcheinungen der Bewegung des Herzens ſo zu erklären, daſs der Einfluſs der Nervenkraft auf dieſelbe unangetaſtet bleibt, und zugleich die ſcheinbaren Widerſprüche gegen die Annahme eines ſolchen Einfluſſes gehoben werden. Ich habe ſchon oben bemerkt, daſs man das Wort Reizbarkeit bey dem Herzen

5) In den neuern Zeiten läſst man die erhöhte und verminderte Reizbarkeit eine ſo wichtige Rolle in den Krankheiten ſpielen, und ſieht dieſe als die Haupturſache der meiſten derſelben an. Beſonders hat auch Herr Prof. *Reil* in der Entwiklung dieſer Krankheitsurſachen vielen Scharfſinn gezeigt. Manches erklärt ſich aber viel paſſender, wenn man die Contractilität als ein für ſich beſtehendes von der Irritabilität unabhängiges Vermögen annimmt, das für ſich Veränderungen erleiden kann, die dann eben ſo viele Urſachen von Krankheiten werden. So entſtehen dann zwey neue Hauptklaſſen von Krankheiten, ſolche von erhöhter und ſolche von geſchwächter Contractilität. Die entzündlichen Krank-

Herzen ſehr gemiſsbraucht hat, wenn man demſelben dieſe Eigenſchaft in einem höhern Grade als andern Muskeln zuſchrieb, und verweiſe in dieſer Rückſicht beſonders noch auf die ſcharfſinnigen Bemerkungen des claſſiſchen Schriftſtellers über die Irritabilität, ich meine *Fontana* (a. a. O. S. 120. fg.) Auch er bemerkt ausdrücklich nicht bloſs von gröſsern warmblütigen Thieren, ſondern auch von den kaltblütigen Thieren, daſs das Herz ſeine Bewegung, und überhaupt ſeine Reizbarkeit viel früher als die übrigen Muskeln verliere. Von dieſer Seite ſcheint mir alſo die Annahme von wahren Herznerven gegen Einwürfe vollkommen geſichert zu ſeyn, von Herznerven, die, wie ich höre, eine noch feinere Zerlegung von einem der gröſsten Anatomen auch dem körperlichen Auge der Läugner unwiderſprechlich darlegen wird, wenn anderſt eine ſolche anatomiſche Demonſtration, die keine Ausflüchte mehr erlaubte, möglich iſt. Aber hat man denn auch eine ſolche nöthig, wo ſo viele Erſcheinungen dem innern Sinne vernehmlich ſprechen?

Krankheiten scheinen mir vorzüglich in die erste Klasse zu gehören. In ihnen offenbart sich durch mancherley Symptome ein grosser Tonus der Gefäse, und besonders des Herzens, und merkwürdig ist es, dass gerade in diesen Krankheiten die Blutausleerungen das wirksamste Heilmittel sind, was ganz der obigen Theorie gemäss ist, die aus dem Blute das Princip der Contractilität ableitet, das also mit Verminderung von jenem ebenfalls vermindert werden muss, was dann zur nothwendigen Folge Schwächung der Contractilität, das heist, Heilung der Krankheit hat. In diese Klasse von Krankheiten von vermehrter Contractilität des Gefässsystems (einzelner Organe) gehören wohl auch die activen Haemorrhagien, die an der Ausleerung des Bluts selbst ihre Hauptheilung finden, weil mit dem Blute zugleich das Princip der Contractilität, von dessen Anhäufung die verstärkte Wirkung der Gefäse abhieng, zugleich ausgeleert wird. In andern Krankheiten hingegen, vorzüglich in den Nerven- und Faulfiebern, scheint mehr die Irritabilität der Gefäse erhöht, die Contractilität hingegen (der Tonus) sehr geschwächt zu seyn, wie der sehr schnelle aber dabey kleine kaum fühlbare Puls beweist, und in eben diesen Krankheiten sind Blutausleerungen von so nachtheiligem Erfolge. Auch der Skorbut scheint mehreren Erscheinungen nach in die letztere Klasse von Krankheiten zu gehören u. s. w.

Man sieht wenigstens aus diesem Versuche einer Reduction mehrerer wichtiger Erscheinungen des kranken und gesunden Körpers auf den Satz von zwey Princi-

pien,

pien, in deren Zuſammenwirkung die Erſcheinungen der Bewegung gegründet ſind, daſs derſelbe von ſo manchen Seiten geſtützt, nicht ſogleich aufzugeben iſt, wenn auch nicht gleich alle Phänomene in die Form deſſelben paſſen ſollten, beſonders, da der Hauptgedanke ſelbſt noch ſo ſehr einer weitern Aufklärung und Ausführung bedarf. Denn noch iſt die wichtigſte Frage, nach der Natur dieſer Principien, unbeantwortet, mit deren Auflöſung ſich wahrſcheinlich das Räthſel einer Menge von Erſcheinungen, die der thieriſche Körper im Conflicte mit allen äuſsern Umſtänden, die auf ihn einwirken, zeigt, auf einmal enthüllen würde. Herr *Girtanner* ſcheint den Weg hiezu gebahnt, oder gar dieſes groſse Ziel ſelbſt ſchon erreicht zu haben. Seine Hypotheſe vom Oxygen, als dem Principe der Reizbarkeit, das nach unſerer Theorie eigentlich das Princip der Contractilität wäre, und deſſen Quelle er ebenfalls ins Blut ſetzt, ſcheint auch dem erſten Anblicke nach durch einen mächtigen Apparat von Verſuchen, und durch einen groſsen Aufwand von Witz, der viele heterogene Erſcheinungen combinirte, und ihre entfernten Aehnlichkeiten benutzte, gegen alle weitere Einwürfe geſichert zu ſeyn *e*). Es fehlt auch wirklich noch an einer genauern Prüfung derſelben, die dieſe über die gewöhnliche Hirngeſpinſte der Praktiker von Schärfen, Fäulniſs und Miasmen hoch erhabene Theorie doch ſo ſehr verdiente, denn jener partheyiſchen Kritik im Journale der Erfindungen, Theorien und Widerſprüche in der Natur-

e) *Grens* Journal der Phyſik. III. Band. S. 507. fg.

D. Oxygen als Princip d. Reizbarkeit.

Natur- und Arzneywissenschaft *f*) kann ich diesen Namen nicht geben, und *Grens* Einwendungen *g*), die überdiess mehr nur die Schlüsse aus den Versuchen betreffen, verlieren nunmehr zum Theil auch ihr ganzes Gewicht, seitdem der Beytritt von einem Stoffe, wie sich die französischen Chemiker einen unter dem Oxygen dachten, zum verbrennlichen Körper in dem Processe des Verbrennens sich nun auch unsern deutschen Chemikern durch so entscheidende Erscheinungen (?) geoffenbart hat. Der Plan dieser Schrift erlaubt mir es aber nicht, dieses Geschäft, dem ich ohnedem nicht ganz gewachsen seyn möchte, zu übernehmen, ich begnüge mich daher blofs einige Anmerkungen zu machen, die mehr die Hypothese im Allgemeinen, als die einzelnen Versuche, Beobachtungen und Schlüsse *h*) daraus, auf welche sie sich gründet, betreffen.

1) Ein-

f) Journal der Physik, 1stes Stück.

g) Journal der Physik. III. Band. S. 507. fg. In der Abhandlung der Lehre von der Reizbarkeit hat Herr Prof. *Kielmeyer* ebenfalls eine genauere Prüfung der Versuche und Erfahrungen, so wie der Folgerungen daraus, auf welche Herr *Girtanner* seine Theorie gründet, mitgetheilt. Ohne dieselbe ganz zu verwerfen, hat er doch vorzüglich die Mangelhaftigkeit und Unzuverlässigkeit der Versuche, welche derselben zum Hauptfundamente dienen, so wie die Einseitigkeit der Schlüsse daraus aus chemischen Gründen dargethan. Diese ganze Kritik verdiente um so mehr eine öffentliche Bekanntmachung, da *Girtanners* Theorie immer mehr Anhänger, besonders in England, findet, und sogar einen gefährlichen Einfluss auf die Ausübung der Arzneywissenschaft zu äussern anfängt.

h) Ein Beweis, den Herr *Girtanner* selbst für einen der stärksten erklärt, verdient indessen doch eine nähere Beleuchtung.

Aus

1) Einmal läſst ſich die Annahme einer trägen, gewichtigen Materie, wie das Oxygen iſt, als Grund-

Aus den Symptomen und gelegentlichen Urſachen des Skorbuts ſchlieſst er, daſs das Weſen dieſer Krankheit in erhöhter Reizbarkeit beſtehe (a. a. O. S. 349.). Aus der Aehnlichkeit der Symptome der Mercurialkrankheit mit den Symptomen des Skorbuts ſchlieſst er nun ferner auf Aehnlichkeit der Natur beyder Krankheiten, und alſo auf erhöhte Irritabilität als Quelle der erſtern. Da nun in dieſer erſtern Krankheit Erhöhung der Irritabilität mit Mittheilung und Anhäufung des Oxygen im menſchlichen Körper durch die Mercurialkalke, die metalliſirt aus dem Körper ausgeſondert werden, und folglich ihr Oxygen zurücklaſſen, coexiſtirt, ſo ſcheint ihm gleich die Identität zwiſchen dem irritabeln Grundſtoffe und dem Oxygen dadurch erwieſen (S. 527.). Gegen dieſe Behauptungen, beſonders gegen die erſtere, lieſse ſich nun allerdings einiges einwenden, indem die Symptome von Mattigkeit und Schwäche, die ſich im Skorbut zeigen, gar nicht mit einer ſolchen Erhöhung der Irritabilität, das heiſst nach *Girtanner*, der eigentlichen Muskelkraft übereinſtimmen, hingegen, wir wollen einmal im Sinne Girtanners fortraſonniren, und wir werden finden, daſs er auf dieſe Art mit ſich ſelbſt in Widerſpruch kömmt. Wenn alſo Skorbut eine Krankheit von erhöhter Reizbarkeit iſt, ſo muſs Herr *Girtanner* in derſelben eine Anhäufung des irritabeln Grundſtoffs, des Oxygen, annehmen. Nun behauptet aber Hr. *Girtanner*, daſs die Säuren, namentlich die vegetabiliſchen Säuren, durch die thieriſche Faſer zerſetzt, und ihres Oxygens beraubt werden, das ſich mit dieſer verbinde (a. a. O. S. 535.). Es iſt aber eine bekannte Thatſache, daſs die Säuren aller Art, vorzüglich auch die vegetabiliſchen, das beſte Heilmittel des Skorbuts ſind. Daraus würde alſo folgen, daſs der Skorbut, der von Anhäufung des Oxygens herrührt, durch eine noch gröſsere Anhäufung dieſes Oxygens geheilt würde!

Man

Oxygen als Princip d. Reizbarkeit.

Grundstoffes der Reizbarkeit, nicht wohl mit den Erscheinungen, welche auf eine ungemeine Beweg-lich-

Man wende mir nicht die Erfahrungen vom Nutzen frischer Fleischspeisen im Skorbute ein, denn diese sprechen gerade für mich, indem Herr *Girtanner* selbst dem frischen Fleische Oxygen, und zwar in einer grössern Menge, als dem lange aufbewahrten, und jenem die Fähigkeit, den Körper seines angehäuften Oxygens zu berauben, in geringerem Maasse, als diesem, zuschreibt (S. 534.), welches letztere also eben dieser Theorie zufolge sich nützlicher im Skorbute beweisen sollte, als das erstere! — Noch läst sich aus Herrn Girtanners Meinung von der Natur der Merkurialkrankheit ein Einwurf gegen einen wesentlichen Theil seiner Theorie herleiten. Findet nehmlich in der durch Misbrauch des Queckſilbers verschlimmerten venerischen Krankheit, die sich besonders durch die bösartigen Geschwüre karakterisirt, eine Vermehrung der Reizbarkeit (und eine solche kann man wohl den guten Effekten des Opiums und der Cicuta zufolge annehmen), und also eine Anhäufung des Oxygens statt, so müssen alle diejenigen Mittel nachtheilig seyn, die, statt das Oxygen dem Körper zu entziehen, die Anhäufung desselben vielmehr begünstigen. Da nun nach Herrn *Girtanner* der Hunger von Anhäufung des Oxygens herrührt, und die Nahrungsmittel vorzüglich dazu dienen, dieses überflüssige Oxygen aus dem Körper zu schaffen (das aber Herr Girtanner in den in der Gestalt der Excremente mehr verbrennlich gewordenen Nahrungsmitteln nicht leicht wird darstellen können), so müsste eine magere, den Hunger nicht stillende Diät vom nachtheiligsten Einflusse in dieser Krankheit seyn, da eben damit das Oxygen im Körper, und folglich die Ursache der Krankheit vermehrt würde, und doch hat man die glücklichsten Erfahrungen mit der sogenannten Hungerkur, wo der Kranke auf 6 Loth Fleisch und 4 Loth Brod täglich eingeschränkt ist, in dieser Merkurialkrankheit (vorzüglich in den Hospitälern von *Koppenhagen*) angestellt.

lichkeit, Elasticität und Feinheit dieses Princips hindeuten, in Harmonie bringen;

2) ferner bleibt die Wirkungsart der Reize, die nicht wohl in allen Fällen sich auf Aeusserung von chemischer Affinität reduciren läst, sondern noch ganz andern Gesetzen zu folgen scheint, die eher mit den Gesetzen, nach denen sich das Verhältniss dieser Körper gegen das elektrische Fluidum bequemt (man denke hiebey nur an den Einfluss der Form) übereinstimmen, durch Girtanners Theorie ganz unerklärt, und widerspricht sogar in gewisser Rücksicht derselben.

3) Auch müsste die Zerstöhrung der Reizbarkeit durch manche Gifte, d. h. die Entziehung dieses wichtigen Stoffs auffallendere Veränderungen der Struktur und sonstigen Beschaffenheit (z. B. des Gewichts) der muskulösen Theile zur Folge haben, als wirklich der Fall ist. Zum Theil fehlen aber noch genauere Beobachtungen, die diesen letztern Ausspruch mit solcher Bestimmtheit gestatten.

4) Ueberdiess widerspricht der Annahme von Zerstöhrung der Reizbarkeit durch Entziehung des Oxygens vermittelst chemischer Affinität die Thatsache, dass diese Gifte meistens nur in sehr kleinen Gaben wirken, und folglich wegen ihrer bald erfolgenden Sättigung damit, dasselbe nicht in der Menge entziehen können, als die totale und allgemeine Zerstöhrung der Reizbarkeit durch dieselbe doch dieser Theorie gemäss nothwendig erforderte. Ueberdiess hat man an manchen Giften, nachdem sie ihre Wirkung gethan haben, z. B. am Opium, keine solche Veränderung bemerkt, die

Oxygen als Princip der Reizbarkeit.

die auf eine Verbindung mit Oxygen hindeutete. Das nehmliche gilt von den negativen Reizen *Girtanners*, die auch in fehr kleinen Gaben angewandt, eine allgemeine Erhöhung der Reizbarkeit zuwege bringen, z. B. von den Merkurialkalken, die oft fchon, nachdem kaum 5 — 6 Grane derfelben in den Körper gekommen find, die Symptome der Merkurialkrankheit erzeugen. Wie foll nun in diefem Falle eine fo geringe Menge von Oxygen im Stande feyn, die Reizbarkeit des ganzen Gefäfsfyftems zu erhöhen.

Zwar verdienen allerdings manche der Verfuche und Erfahrungen, die Hr. *Girtanner* zur Unterftützung feiner Meinung beybringt, und aus welchen das Refultat hervorzugehen fcheint, dafs die Irritabilität der organifchen Körper immer mit der Quantität des Oxygens, welches fie enthalten, in geradem Verhältnifs ftehe, vermehrt werde, durch alles, was die Quantität des Oxygens im Körper vermehre, vermindert, durch alles, was diefes Princip dem Körper entziehe; manche diefer Erfcheinungen verdienen alle Aufmerkfamkeit, um fo mehr, da Herrn von *Humboldts* intereffante Verfuche über die Wirkung des Sauerftoffs in feinem reinen gasartigen Zuftande und in feinen mannichfaltigen Verbindungen mit verfchiedenen andern Körpern (in den Metallkalken, Säuren, Salzen) auf das Keimen der Pflanzen, das Gefchäft ihrer Ausdünftung und die Bewegfähigkeit einiger derfelben *i*) mit ähnlichen Erfcheinungen bekannt ma-

i) Fr. Alex. von *Humboldt* Aphorismen aus der chemifchen Phyfiologie der Pflanzen. Aus dem Lateinifchen überfetzt von G. Fifcher, S. 60. fg.

chen, und ein ähnliches Resultat zu gewähren scheinen, auch einige von mir angestellte Versuche Erscheinungen zeigten, die sich für Herr *Girtanners* Theorie günstig auslegen lassen, z. B. die Vermehrung der Reizbarkeit durch das Tödten in dephlogistisirter salzsauren Luft (s. o. S. 126.), was einige Analogie mit Herrn von *Humboldt* Erfahrungen über das auffallend beschleunigte Keimen und Wachsthum von Pflanzen in dem mit dephlogistisirter Salzsäure geschwängerten Wasser hat *k*), die vorzüglich auffallende Schwächung der Reizbarkeit bey der Tödtung der Frösche in solchen dampf- und luftartigen Flüssigkeiten, welche eine grosse Verwandschaft zum Oxygen haben, und es am leichtesten der thierischen Faser entziehen können, z. B. in Schwefeldämpfen, in Salpeterluft (s. oben S. 126.), sich ferner die Zerstöhrung der Reizbarkeit durch die verstärkte Elektricität sehr gut als eine Reduction der Muskelfaser auf eine ähnliche Art wie die Reduction der Metallkalke ansehen läst u. s. w. Indessen lassen mehrere dieser Versuche noch ganz andere Schlüsse zu, namentlich die des Herrn von *Humboldt*, die immer noch die Frage erlauben, ob nicht das Oxygen blos als ein mächtiger Reiz auf die lebendige Pflanzenfaser wirke, und so verstärkte Aeusserungen der Reizbarkeit hervorbringe, ohne diese selbst, sofern nehmlich durch seine Mittheilung die Quantität des Irritabilitätsprincips vermehrt würde, zu erhöhen; ja, man könnte sogar die Richtigkeit des Hauptresultats aus allen diesen Versuchen und Erfahrungen,

gen,

k) a. a. O. S. 62 — 64.

Oxygen, als Princip d. Reizbarkeit.

gen, dafs nehmlich mit Vermehrung des Oxygens im thierifchen Körper die Reizbarkeit deffelben vermehrt, und mit Entziehung vermindert werde, zugeben, und doch würde daraus noch keineswegs folgen, dafs das Oxygen felbft, in dem Sinne, wie fich Girtanner daffelbe vorftellt, das Princip der Reizbarkeit fey. Es wäre ja möglich, dafs mit jenem wichtigen gröbern Stoffe, der alle Eigenfchaften der Körper, mit denen er fich verbindet, fo auffallend verändert, irgend ein feinerer Stoff beftändig coexiftirte, der vielleicht manche der Erfcheinungen hervorbrächte, die man gewöhnlich der wichtigen Bafis der dephlogiftifirten Luft zufchreibt. Ich will hier nur auf einige vortreffliche Ideen aufmerkfam machen, die Herr Hofrath *Lichtenberg* in der nicht genug zu beherzigenden Vorrede zur VIten Auflage der Naturlehre von *Erxleben* geäufsert hat (S. XXIX. XXXI.). Ift nehmlich pofitive elektrifche Materie dasjenige, was das Wefen der dephlogiftifirten Luft ausmacht, und vorzüglich den merkwürdigen Erfcheinungen zum Grunde liegt, die diefe Luft zeigt, fo würde nun das Waffer dasjenige feyn, was gleichfam als Caput mortuum im Körper zurückbliebe, während das lebendige elektrifche Fluidum es wäre, das fich in den Contractionen entladete t). Mit der Annahme eines

 folchen

t) Herr Prof. *Kielmeyer* wählte ebenfalls eine ähnliche Vorftellungsart, und bezog fich hiebey vorzüglich mit auf die Erfahrung von Entbindung von Elektrizität bey Zerfetzung von Luftarten, und vorzüglich in den fogenannten phlogiftichen Proceffen.

W. r. i. u. Ein Wort üb. d. Oxygen, als

solchen Irritabilitätsprincips liessen sich wenigstens alle die Erscheinungen, die ich oben als Einwürfe gegen *Girtanners* Theorie aufgestellt habe, ganz gut vereinigen, und zugleich liessen sich alle Erfahrungen und Versuche, die Girtanners Meinung günstig sind, eben so gut auch für diese Vorstellungsart benutzen. Eine ähnliche, allen Erscheinungen mehr angemessene Deutung liesse nun auch Girtanners Meinung von der Natur des Nervenfluidums, dass nehmlich dieses Gas hydrogene sey *m*), zu. Das Nervenfluidum wäre nehmlich nun nicht mehr das, was an dieser Luftart das Hydrogen ist, sondern das was diesem Hydrogen, das heisst, dem Wasser selbst die merkwürdige und eigenthümliche Beschaffenheit mittheilt, die es in der inflammablen Luft hat, kurz, die negative elektrische Materie wäre das Princip der Irritabilität in unserm Sinne, die positive elektrische Materie das Princip der Contractilität, und die Luftarten, die man auf eine widersinnige Art hätte in den Nerven und Muskeln circuliren lassen müssen, oder ihre wichtigen Basen, die im Grunde nichts anders vorgestellt hätten als das Gluten der Muskelfasern (nehmlich das Oxygen) und das Oel der Nerven (nehmlich das Hydrogen), auf welche Art man dann wieder in Hallers und Fontanas Strukturphysiologie zurückgefallen wäre, und allen den Erleuchtungen entsagt hätte, die man sich von der Annahme eines Irritabilitätsprincips so frohlockend versprach *n*). Diese Luftarten oder ihre

m) *Grens* Journal der Physik, III. Band, S. 533.

n) *Grens* Journal a. a. O. S. 329. u. a. m. O.

ihre gewichtige Basen könnten mit mehrerm Rechte jenen feinern Fluidis, die ihnen beygemischt sind, ihre Verrichtungen abtreten, sofern diese Fluida wenigstens weit eher die Karaktere, welche den Erscheinungen der Irritabilität zufolge sich von den Principien der Nervenkraft und Muskelkraft muthmaſslich angeben lassen, an sich tragen. Indessen beruht auch diese Hypothese auf so unzureichenden Gründen, der Gewinn für die Physiologie selbst ist so unbedeutend, so lange wir nehmlich nicht die Wirkungsart dieser Principien bey der Erregung der Bewegungen und überhaupt der verschiedenartigen Erscheinungen des Organismus bestimmen können, und so lange dieses im Dunkeln, bleibt die Theorie überhaupt so unvollständig, und dann noch überdieſs in ihren ersten Prämissen so ungewiſs und so unbearbeitet. Sofern die Natur der Elektricität überhaupt das Daseyn zweyer verschiedener elektrischer Materien, die Composition der dephlogistisirten Luft, und das Daseyn zweyer Grundkräfte des Organismus noch so sehr problematisch sind, daſs ich, weit entfernt, auf diese Wendung der Theorie *Girtanners* auch nur den geringsten Werth zu legen, mein einziges Verdienst nur darin suche, durch Zweifel und Fragen vielleicht die Aufmerksamkeit geschikterer Naturforscher auf manche noch einer genauern Beachtung werthe Seiten in der Lehre von der Irritabilität gezogen zu haben.

W. 2. II. Nähere Betracht. d. Urſach. d. Erſch. ihrer Wirkung – Prüfung d. Mein.

ZWEYTE UNTERABTHEILUNG.

Nähere Betrachtung der Urſache der Erſcheinungen der thieriſchen Elektrizität, der Art ihrer Erregung und ihrer Wirkung. Prüfung der Meinungen verſchiedener Naturforſcher hierüber.

Die in der erſten Unterabtheilung angeſtellte Betrachtung der thieriſchen Kräfte beſteht zwar für ſich und unabhängig von der Betrachtung der Erſcheinungen der thieriſchen Elektrizität, da ſie ſich vorzüglich auf Erfahrungen gründet, welche in keiner nähern Beziehung mit dieſer neuen Entdeckung ſtehen. Indeſſen lag doch die nähere Veranlaſſung dazu in dieſer letztern, die von daher aufgeklärt werden ſollte, ſo wie auf der andern Seite die Erſcheinungen der thieriſchen Elektrizität nun ebenfalls als Data zur Erörterung der wichtigen und durch die bisherigen Erfahrungen noch lange nicht genug beleuchteten Frage nach der Natur dieſer Kräfte benutzt werden können. Dieſe Ausſichten und Hoffnungen müſſen wenigſtens dazu dienen, dieſer ganzen Unterſuchung ein höheres Intereſſe zu verſchaffen, und den Eifer in Verfolgung dieſer einförmigen Materie zu unterhalten, und wenn auch gleich durch die Reſultate der nun folgenden Unterſuchung ſolche Erwartungen nicht begünſtigt zu werden ſcheinen, ſo wird man doch am Ende finden, daſs die Ungewiſsheit, die zurückbleibt, in gewiſſer Rückſicht doch ſelbſt noch ſolche Gedanken rechtfertigt, und daſs wenigſtens das Intereſſe, das von einer Seite gemindert wird, von einer andern neuen Zuwachs erhält, die Ausſichten ſich

bloſs

blofs vom Gebiete einer Wiffenfchaft in das einer andern verlieren.

Die Aufgabe der folgenden Betrachtung ift, eine Theorie oder Erklärung der Erfcheinungen der thierifchen Elektrizität zu geben, das heifst, dasjenige in den Umftänden, unter welchen fich diefe Erfcheinungen zeigen, zu beftimmen, was das allgemeine, nothwendige, unmittelbare Praecedens diefer Erfcheinungen ift, und folglich die Urfache derfelben, die Art des Gegründetfeyns diefer Urfache in den äufsern Umftänden, und zugleich die Wirkungsart diefer Urfache anzugeben. Bey diefer Unterfuchung können wir einen doppelten Weg einfchlagen. Wir können nehmlich die von verfchiedenen Naturforfchern bekannt gemachte Theorien zum Grunde legen, fie mit den Erfcheinungen felbft vergleichen, ihren Werth darnach beftimmen, und einer oder der andern mit diefer oder jener Modifikation beyftimmen. Oder wir können, ohne gleich im Anfange auf die Bemühungen anderer um eine Erklärung diefer Phänomene Rückficht zu nehmen, einem eigenen Plane folgen, der fich auf die Principien gründet, die bey dem Gefchäfte, eine Theorie für eine gewiffe Reihe von Erfcheinungen feftzufetzen, jeden Naturforfcher leiten müffen. Diefe letztere Methode verdient allerdings Vorzüge. Da wir nehmlich eine gröfsere und mannichfaltigere Reihe von Erfcheinungen, als die Naturforfcher, die ihre Kräfte an folchen Theorien verfuchten, vor uns haben, fo können wir vielleicht auf diefe Art fchneller und ficherer zu richtigen Refultaten gelangen, indem fich nehmlich der Gegenftand uns vielfeiti-

W. a. ü. d. Zuckung u. Empfindung.

ger darſtellt, und eben damit leichter an die übrigen Phänomene in der Natur anknüpfen, das heiſst, erklären läſst, zu Reſultaten, die nun ein bequemes Prüfungsmittel für die Richtigkeit und Angemeſſenheit dieſer Theorien ſelbſt abgeben, und zugleich beytragen können, einzelne dieſer Theorien, die mehr in dunkeln Ahndungen und hingeworfenen Gedanken beſtehen, verſtändlicher zu machen, als wenn wir erſt nach vergeblichen Verſuchen, fremde Theorien, die auf manche Erſcheinungen noch gar nicht Rückſicht nehmen können, dieſen Erſcheinungen anzupaſſen, durch den Irrthum mühſam und auf Umwegen zur Wahrheit gelangen. Uebrigens werde ich die Erörterung und Prüfung fremder Meinungen da einſchalten, wo ſie als mögliche Erklärungsarten durch unſern Plan ſelbſt herbeygeführt werden.

I.

Die Zuckungen und Empfindungen haben eine gemeinſchaftliche Urſache.

Da mit den Bedingungen, unter welchen ſich gewiſſe Erſcheinungen einſtellen, zugleich das gegeben iſt, was die Urſache derſelben ausmacht, ſo läſst ſich mit groſser Wahrſcheinlichkeit aus der Gleichheit der Bedingungen zweyer Klaſſen von Erſcheinungen zugleich auf die Gleichheit der Urſache von beyden ſchlieſsen. Da wir nun oben eine völlige Uebereinſtimmung der Bedingungen beyder Klaſſen von Erſcheinungen, nehmlich der Zuckungen und Empfindungen darge-

haben eine gemeinschaftl. Ursache.

dargethan haben, so berechtigt uns diess hinlänglich, eine wenigstens gleiche entfernte Ursache derselben anzunehmen; da ferner die Verschiedenheiten in den beyderley Erscheinungen in Rücksicht auf Intensität gleichen Gesetzen folgen, so gewinnt jener Schluss noch mehr Festigkeit, indem die Verschiedenheiten in der Intensität der Erscheinungen nicht anders als abhängig von Verschiedenheiten in der Intensität der Wirkung der Ursache gedacht werden können, diese Verschiedenheiten also in beyden Fällen durch ähnliche Umstände bestimmt werden, und die Aehnlichkeit der Verhältnisse zweyer Kräfte gegen bestimmte Objekte Aehnlichkeit dieser Kräfte selbst anzeigt. Ihre vollkommene Bestätigung erhält vollends die Annahme der Identität der Ursache beyder Klassen von Erscheinungen durch die Fälle, in denen die Einwirkung der nehmlichen äussern Umstände auf das gleiche Organ Zuckungen und Empfindungen zugleich zur Folge hatten. Diess fand sowohl in den Versuchen über die Einwirkung der thierischen Elektrizität auf das Gesichtsorgan statt, wo unter gewissen Umständen die eigenthümliche Lichtempfindung und eine Zusammenziehung der Pupille zumal erfolgten (s. o. S. 146.), als auch in dem Falle, wo mit Applikation der Metalle an die Cruralnerven, zumal Zuckungen in den hintern Gliedmaassen und schmerzhafte Empfindungen entstanden (s. o. S. 148. 149.), Empfindungen, die nicht als eine Wirkung der Zuckungen angesehen werden können, da ihr Daseyn und ihre Stärke sich durchaus nicht nach dem Daseyn und nach der Stärke der Zuckungen richtete, sofern nehmlich in den Ver-

W. 2. ii. ii. D. gemeinſchaftl. Urſache d. Plan 7.

ſuchen, wo der Nerve dicht bey ſeinem Eintritte in den Schenkel unterbunden, und damit das Erſcheinen der Zuckungen entweder gänzlich gehindert, oder doch ihre Stärke ſehr geſchwächt wurde, ſich die ſchmerzhaften Empfindungen mit gleicher Lebhaftigkeit zeigten. Nach allem dieſem läſst ſich wenigſtens das mit vollkommener Gewiſsheit ſagen, daſs für beyde Klaſſen von Erſcheinungen wenigſtens das Glied in der Reihe der Urſachen ein gemeinſchaftliches iſt, das in den auſser den thieriſchen Theilen liegenden Umſtänden enthalten iſt, und mit groſser Wahrſcheinlichkeit läſst ſich das hinzuſetzen, daſs auch die Veränderungen in den thieriſchen Theilen, welche eine unmittelbare Folge der Einwirkung jener äuſsern Umſtände ſind, in beyden Hauptfällen gleich ſeyn möchten.

II.

Die gemeinſchaftliche Urſache dieſer Erſcheinungen iſt ein Reiz. Plan zur folgenden Unterſuchung.

Da wir alles das unter dem gemeinſchaftlichen Namen eines Reizes zuſammenfaſſen, was durch ſeine Einwirkung auf empfindliche oder reizbare Theile Empfindungen oder Zuckungen erregt, ſo verdient alſo auch das, was auſser dem Syſteme der empfindlichen und reizbaren Theile vorhanden ſeyn muſs, um die Erſcheinungen der thieriſchen Elektrizität zu erregen, und von dem wir eine Einwirkung auf die thieriſchen Theile annehmen müſſen, welche die genannten Erſcheinungen zur Folge hat, den Namen eines Reizes. Man nennt denſelben

Erscheinung ist ein Reiz, folg. Entstehung.

felben gewöhnlich Metallreiz, da aber auch die Kohle und das Reifsbley als folche Reize wirken, fo ift diefer Name weniger fchicklich, und ich habe daher lieber denfelben durch den Namen der thierifchen Elektrizität bezeichnet, um ihn von allen andern Stimulis zu unterfcheiden. Um nun über die Natur und Wirkungsart diefes Reizes Aufklärung zu erhalten, müffen wir uns eines Mittels bedienen, das fchon fo oft zur Aufhellung neuer, erft entdeckter Gebiete der Naturwiffenfchaft gedient hat, und das befonders vortrefflich dazu taugt, das Hauptfundament bey der Aufführung der Theorie einer Reihe von Erfcheinungen zu legen, wir müffen nehmlich die Analogie zu Hülfe nehmen. In diefer Hinficht müffen wir diefen neu entdeckten Reiz mit den uns vorher bekannten Reizen vergleichen, und unterfuchen, mit welchen er die meifte Aehnlichkeit, fowohl in Rückficht auf die Natur der Phänomene, die er erregt, als auch in Rückficht auf die Phänomene, die an den Umftänden felbft, in denen jener Reiz gefucht wird, bemerklich find, hat. Glückt uns auf diefe Art eine Reduktion diefes Reizes, der bis jetzt als ein eigenthümlicher von uns angefehen wurde, auf andere fchon längft bekannte Reize, fo haben wir fchon dadurch zum Theil eine Erklärung der Erfcheinungen der thierifchen Elektrizität, eine Erklärung, die um fo mehr diefen Namen verdient, wenn dadurch das, was in den Umftänden, unter denen fich diefe Erfcheinungen zeigen, eigentlich die wirkfame Urfache ausmacht, aus feiner Verborgenheit hervorgezogen, und von allem aufserwefentlichen entkleidet dargeftellt

wird,

W. u. ü. ü. d. gemeinschaftl. Ursache dieser Erscheinung. ist ein Reiz.

wird. Diese Erklärung gewinnt an Vollständigkeit, wenn uns eben diese Reduktion zugleich ein Mittel zur Bestimmung der Art wird, wie die Bedingungen der Erscheinungen der thierischen Elektrizität eine solche wirksame Ursache zum Daseyn bringen, endlich befriedigt sie alle Forderungen zu einer vollkommenen Theorie, wenn wir nähere Aufschlüsse über die Wirkungsart dieses Reizes zu geben im Stande sind. Bey diesem Versuche einer Reduktion müssen wir uns aber zum Hauptgesetze machen, uns nicht durch Aehnlichkeit in einzelnen wenigen Erscheinungen zum Schlusse auf Uebereinstimmung der Ursache zweyer Reihen von Phänomenen verführen zu lassen, sondern mehr nur eine überwiegende Summe von Aehnlichkeiten kann eine solche Folgerung begründen, die aber auf der andern Seite auch nicht aufzugeben ist, wenn sich auch gleich jetzt noch nicht alle Phänomene an dieselbe anreihen sollten, vorausgesetzt, dass nur kein offenbarer Widerspruch statt findet.

Es giebt eine solche mannichfaltige Menge von Reizen für das System der reizbaren Theile, dass wir eine unfruchtbare Arbeit übernehmen, und uns in ein Labyrinth verirren würden, wenn wir den Reiz der thierischen Elektrizität mit jedem dieser Reize einzeln vergleichen wollten. Wir müssen daher Merkmale herausheben, welche einer Menge von Reizen gemeinschaftlich, und welche besonders von solchen Eigenschaften hergenommen sind, die eine Beziehung auf ihre Reizungsfähigkeit zu haben scheinen, wir müssen also

Klassen

Klassen von Reizen machen, und den Reiz der thierischen Elektrizität mit diesen Klassen vergleichen, untersuchen, ob ihm ebenfalls die Merkmale zukommen, welche karakteristisch für diese oder jene Klassen sind. Schon dadurch wird unser Geschäft sehr abgekürzt, aber noch mehr dadurch, daſs wir diesen Reiz bloſs mit denjenigen Reizen zu vergleichen haben, die eine allgemeine Wirksamkeit auf alle Muskeln haben, und die auch auf reizbare Theile wirken, welche auſser Zusammenhang mit dem in seinen Verrichtungen fortlebenden Organismus sich befinden. Wir dürfen also alle Reize beyseitigen, die bloſs für gewisse Organe specifik sind, und nur dann wirken, wenn der Organismus in seiner Integrität dem Wesentlichen nach besteht, und diese machen bey weitem die gröſste Summe aus, und somit bleiben nur die sogenannten mechanischen, die chemischen Reize, und einige in der Natur allgemeiner verbreitete Materien übrig, indem diese Reize auf alle muskulöse Theile ohne Unterschied, und auch dann noch wirken, wenn diese vom übrigen Organismus ganz losgetrennt sind.

III.

Der Reiz der thierischen Elektrizität ist kein mechanischer Reiz.

Eine groſse Klasse von Reizen, die sowohl beständig im natürlichen Zustande auf die lebende thierische Maschine wirken, als auch künstlich zur Erregung von Zuckungen und Empfindungen gebraucht werden können,

nen,

nen, sind die mechanischen Reize. Mechanische Reize nennen wir solche, die vermöge der allen Körpern gemeinschaftlichen Eigenschaften und Kräfte wirken, und deren Wirkung in einem sichtlichen Stoss, Druck, Ausdehnung, kurz, in einer sichtlichen Bewegung, die sie in den thierischen Theilen hervorbringen, besteht. Dass nun der Reiz der thierischen Elektrizität nicht nach Art der mechanischen Reize wirke, bedarf kaum eines umständlichen Beweises. Einmal widerspricht diesem geradezu der Umstand, dass diese Wirksamkeit nur auf eine bestimmte Klasse von Körpern eingeschränkt ist, ferner, dass diese Körper auch dann wirken, wenn sie nicht unmittelbar an die reizbaren oder empfindlichen Theile und ihre Nerven angebracht sind, wo also kein sichtlicher Stoss, Druck, keine Ausdehnung derselben statt findet, und dass selbst bey der unmittelbaren Application der Effekt keineswegs mit der mechanischen Reizung, die man hier gezwungen dem Drucke der Armaturen zuschreiben wollte, parallel läuft, indem er sich erst bey der wechselsweisen Berührung beyder Armaturen einstellt. Ueberdiess haben wir oben (S. 82. 83.) gesehen, dass dieser Reiz auch dann noch wirkt, wenn die heftigsten mechanischen Reize zur Erregung von Zuckungen unfähig sind, und dass seine Wirkung überhaupt die der mechanischen Reize übertrifft (man vergl. damit die Anm. * S. 66.). Endlich läst sich die Erregung jener eigenthümlichen Empfindungen durch einen mechanischen Reiz vollends gar nicht erklären. Zwar bemerkt man beym Drucken oder Stosse des Augs ebenfalls Funken oder blitzähnliche Erscheinungen, und man könnte

daher

W. r. u. w. Dieſ. Reiz iſt kein chem. Reiz.

daher glauben, daſs die Empfindung von Leuchten, welche die Excitatoren der thieriſchen Elektrizität erregen, von einem ſolchen Drucke, den dieſelbe auf das Auge ausüben, herrühre, und dieſe Meinung hat auch wirklich *Hecker* geäuſsert *o*). Aber dieſem widerſpricht offenbar der Umſtand, daſs dieſes blitzähnliche Leuchten nur dann eintritt, wenn bey übrigens nicht verſtärktem Drucke die Bewaffnungen ſich unter einander berühren, und dann noch unwiderſprechlicher die Erregung jener eigenthümlichen Empfindung bey einer ſolchen Anlage der Armaturen, wo gar keine ſolche mechaniſche Wirkung auf das Auge ſtatt finden kann. Die Erregung jener eigenthümlichen Geſchmacksempfindung läſst ſich eben ſo wenig auf eine ſolche mechaniſche Wirkung, als diejenige der mechaniſchen Reize, reduciren.

IV.

Dieſer Reiz iſt kein chemiſcher Reiz.

So wenig die Excitatoren bey Erregung der Zuckungen und Empfindungen nach Art der mechaniſchen Reize wirken, ſo wenig läſst ſich auch eine Wirkungsart derſelben nach Art der chemiſchen Reize annehmen. Dieſs zeigt ſehr bald eine nähere Vergleichung zwiſchen den Erſcheinungen, welche die Wirkung dieſer beyderley Reize begleiten. Alle chemiſche Reize (wohin ich z. B. die Säuren, die ätzenden Laugenſalze, die cauſtiſchen metalliſchen Salze u. ſ. w. rechne) müſſen, um in

o) Medic. chirurgiſche Zeitung 1793. Band III. S. 112.

W. 2. II. V. Der Metallreiz wirkt durch Electr.

in Muskeln, welche vom Körper getrennt ſind, Zuckungen hervorzubringen, unmittelbar entweder an dieſe ſelbſt oder an ihre Nerven angebracht werden. Dieſs iſt aber keine nothwendige Bedingung der Wirkſamkeit des Metallreizes. Ferner bringen alle chemiſche Reize ſichtliche Veränderungen in den thieriſchen Theilen hervor, indem ſie Beſtandtheile an dieſelben abgeben, oder denſelben entziehen. Die Excitatoren hingegen bringen keine ſolche Veränderungen in dieſen Theilen hervor. Endlich wird zur Wirkſamkeit der chemiſchen Reize Flüſſigkeitszuſtand erfordert, den ſie entweder für ſich ſchon haben, oder bey der Einwirkung auf die thieriſchen Theile erhalten. Aber auch dieſer Umſtand fehlt bey den Excitatoren.

V.

Der Metallreiz wirkt durch Elektrizität.

Aber auſser dieſen mechaniſchen und chemiſchen giebt es noch eine andere merkwürdige Klaſſe von Reizen, ich meine jene allverbreitete, feine, elaſtiſche, unmerklich ſchwere Flüſſigkeiten, welche ſo wirkſame Organe zur Erweckung des Lebens in der Schöpfung überhaupt, und beſonders in der organiſchen Schöpfung ſind, und die vorzüglich auch als mächtige Reizmittel für die zuſammenziehbare thieriſche Faſer wirken. Wärme, Licht und Elektrizität fachen in ſo manchen Fällen den beynahe erloſchenen Funken des thieriſchen Lebens wieder zur neuen Flamme an, ſollte nicht auch in den beſchriebenen Verſuchen eines von dieſen leben-

W. z. ü. v. A. Ueber d. Wirkung d. gemeinen El. auf d. Muskeln u. Sinnorgane

digen Elementen eine Rolle ſpielen, oder wenigſtens der Reiz der thieriſchen Elektrizität in ſeiner Natur und Wirkungsart Aehnlichkeit mit dieſen Reizen haben, und in eine Klaſſe mit ihnen gehören? Eine Vergleichung der Erſcheinungen, die jene Fluida bey ihrer Wirkung auf die Muskeln und Nerven zeigen, mit den Erſcheinungen der thieriſchen Elektrizität muſs viel zur befriedigenden Entſcheidung dieſer Frage beytragen, und da beſonders die Elektrizität merkwürdige und genauer beobachtete Erſcheinungen im Verhältniſſe mit den Nerven und den ihnen zugehörigen Muskeln und Sinnorganen bewirkt, ſo muſs eine ſolche Parallelle zwiſchen dem Reize der thieriſchen und dem Reize der gemeinen Elektrizität am fruchtbarſten ſeyn.

A.

Ueber die Wirkung der gemeinen Elektrizität auf die Muskeln und Sinnorgane.

Der Entdeckung der Erſcheinungen der thieriſchen Elektrizität verdanken wir einige genauere Verſuche über die Wirkung der künſtlichen Elektrizität auf die Muskeln, die, zuſammengehalten mit den ſchon vorher von andern Naturforſchern und mit meinen eigenen vorzüglich in Hinſicht auf eine ſolche Vergleichung angeſtellten Verſuchen, folgende Reſultate geben.

Die gemeine Elektrizität iſt unter allen bisher bekannten Reizmitteln das wirkſamſte, und übertrifft in Rückſicht auf Stärke des Effekts und Dauer ihrer Wirk-

W. r. ü. v. A. Ueber d. Mischung d. Elm. Et.

ſamkeit auf Theile, die vom Körper losgetrennt ſind, auch die heftigſten mechaniſchen und chemiſchen Reize. Dieſe groſse Wirkſamkeit zeigt ſie nicht bloſs, wenn ſie ſehr verſtärkt angewandt wird, ſondern ſehr kleine Grade derſelben bringen ſchon lebhafte Zuckungen hervor. Dieſs beweiſen ſowohl *Galvanis* Verſuche über die Wirkung der künſtlichen Elektrizität, welche ihn auf ſeine wichtige Entdeckung leiteten *p*), als auch die von *Volta* angeſtellten, welche vorzüglich das Verdienſt der genauen Meſſung des Grads der angewandten Elektrizität haben. Nach dieſen letztern laſſen ſich noch durch eine Kraft des einfachen Conductors, die in keinen Funken übergeht *q*), und durch eine ſo geringe Ladung der Leidner Flaſche, daſs nicht einmal das ſo empfindliche Bennetiſche Elektrometer dadurch bewegt wird, Zuckungen in den Schenkeln des Froſches erregen *r*). Eben dieſe Verſuche machen uns auch mit den Umſtänden bekannt, welche die Wirkung der Elektrizität vorzüglich begünſtigen, und welche auf die wichtige Rolle der Nerven hiebey aufmerkſam machen. Dieſe Zuckungen zeigen ſich nehmlich vorzüglich dann auf ſo geringe Grade der Elektrizität, wenn alle elektriſche Materie durch die Schenkelnerven zu gehen gezwungen wird, und die Wirkung der Elektrizität iſt überhaupt um ſo ſtärker, je mehr ſie concentrirt, und ohne einen Durchgang durch andere Leiter zu finden durch die Stämme

der

p) a. a. O. S. 3. fg.

q) a. a. O. S. 66.

r) a. a. O. S. 92. 93.

der Nerven felbft ftröhmt. So find die Zuckungen faft ganz unmerklich, und beftehen mehr nur in Zitterungen einzelner Fafern, wenn die Oberfläche der Muskeln felbft die Verbindung zwifchen den Belegungen der fchwachgeladenen Leidner Flafche macht, oder wenn der Durchgang der Elektrizität zwar auch durch die Stämme der Schenkelnerven, aber zugleich durch das feuchte Becken, auf welchem fie liegen, gefchieht.

In diefer grofsen Empfindlichkeit macht der Umftand keinen Unterfchied, ob der Frofch noch lebendig, geköpft, oder durch eine durch das ganze Rückenmark geftochene Nadel getödtet, oder die Gliedmaafsen mit ihren Nerven ganz vom Rumpfe abgetrennt werden, auch dauert diefelbe eine Stunde lang nach diefen Verftümmelungen beynahe in demfelbigen Maafse fort. Indeffen verdient doch eine Erfahrung Aufmerkfamkeit, die eine geringere Wirkfamkeit der Elektrizität auf die Muskeln, die noch unter dem Einfluffe des Willens ftehen, und einen Theil des belebten Organismus ausmachen, als auf Muskeln, die fich nicht unter diefen Umftänden befinden, anzudeuten fcheint. *Parkinfon* liefs nehmlich den Schlag einer fchwach geladenen Leidner Flafche zugleich durch feine eigene Arme und durch den einen Arm eines ertrunkenen Knabens, zu deffen Wiederherftellung fchon zwey Stunden vergeblich Verfuche angeftellt worden waren, gehen. Er felbft fühlte davon nur eine geringe Erfchütterung, aber der Arm, die Hand und die Finger des Knaben, welche ausgeftreckt lagen, wurden wie von einem Krampfe an allen Gelenken einwärts gezückt. Man wiederholte die Ent-

W. r. ü. V. A. leb. d. Wirk. d. gem. El.

ladung der Flaſche aber mit viel geringerem Erfolge, und mit einem dritten Schlage und nachher durch noch ſtärkere Schläge konnte man doch keine Wirkung mehr verſpühren s). Die Verſchiedenheit in der Stärke des Effekts des Reizes der Elektrizität hängt aber nicht bloſs von der mehr oder weniger auf die Nerven eingeſchränkten Ein- und Durchſtröhmung derſelben, ſondern auch von der Strecke des Nerven ab, welche der nehmlichen elektriſchen Kraft zum Leiter dient. So waren in meinen Verſuchen unter ſonſt gleichen Umſtänden die Zuckungen immer am lebhafteſten, wenn der Schlag der Leidner Flaſche durch den ganzen Schenkelnerven von ſeinem Urſprunge aus dem Rückenmarke an bis zu ſeinem Eintritt in die Gliedmaaſse gieng, ſie waren lebhafter und konnten in abgetrennten Gliedmaaſsen auch länger erregt werden, als wenn die Verbindung zwiſchen beyden Belegungen nur durch einen kleinern Theil dieſer Strecke des Nerven geſchah. Auch richtete ſich, im Falle jene ganze Strecke des Nerven zum Leiter von einer Belegung zur andern gebraucht, aber an verſchiedenen Orten nach und nach unterbunden wurde, die Lebhaftigkeit der Zuckungen nach der Gröſse der Strecke, die zwiſchen der Gliedmaaſse und dem unterſten Bande enthalten war, ſo daſs die Zuſammenziehungen ſtufenweiſe ſchwächer wurden, ſo wie das Band nach und nach näher beym Schenkel angebracht wurde.

Alle

s) Mem. of the medic. Society of London. Vol. II. p. 493.

auf d. Muskeln u. [illegible].

Alle diese Versuche bestätigen auf eine sehr überzeugende Art das, was ich oben über die Wirkungsart der Reize bey Erregung der Zusammenziehungen behauptet habe. Man sieht nehmlich leicht ein, dass in allen diesen Fällen der Nerve das Medium ist, auf welches und durch welches die Elektrizität ihre Effekte hervorbringt. Diess erhellt hinlänglich daraus, dass sich die Zuckungen auf die nehmliche Art zeigen, wenn auch keine Spur von Elektrizität zu den Muskeln selbst gelangt, und dass sich die Stärke des Effekts nach der Stärke des Nervenreizes überhaupt richtet. Damit widerlegt sich auch *Hallers* Erklärung der überwiegend grossen Wirksamkeit der elektrischen Materie, die er von ihrer Fähigkeit, die Muskeln selbst zu durchdringen, und daher alle Muskelfasern unmittelbar zu reizen ableitet, worin der elektrische Reiz mit dem Nervenreiz übereinkomme *t*). Ohnedem ist es gegen die Gesetze, denen die Elektrizität bey ihrer Durchbewegung durch leitende Körper folgt, eine solche Durchdringung der Muskeln durch dieselbe anzunehmen. Sie wird sich vielmehr nur an ihrer Oberfläche fortbewegen, und eben daher sind die Zuckungen weniger lebhaft, wenn man den Schlag einer Leidner Flasche bloss durch den Schenkel und nicht zugleich durch den Nervenstamm gehen lässt, weil in diesem Falle nur die Nervenfäserchen, die auf der Oberfläche sich befinden, gereizt werden. Merkwürdig ist nun die überaus grosse Empfindlichkeit des Nerven für diesen elektrischen Reiz, so dass man ihn bey-

t) Element. Physiolog. Tom. IV. Lib. XI. Sect. II. S. 460.

nahe das empfindlichſte Elektroskop nennen möchte. Man denke nur an jenen Verſuch *Galvanis*, wo in einer Entfernung von mehr als hundert Ellen von dem Conductor, aus welchem der Funke gezogen wurde, der Froſch ſich bewegte, von welchem aus ein Drath von jener Länge in die Nähe des Conductors ſich erſtreckte, und an die oben angeführte Verſuche *Voltas*, die auch durch die meinigen beſtätigt werden, nach denen eine kleine geladene Leidner Flaſche zwölfmal nach einander in der Gliedmaaſse eines Froſches, durch deren Nerven ſie entladen wurde, Zuckungen erregte, da ſie doch ſchon nach einer drey- bis viermal wiederholten Entladung kaum noch ſo viel Elektrizität enthalten konnte, um ſie vermittelſt des Condenſators für das Bennetiſche Elektrometer empfindlich zu machen.

Dieſe groſse Empfindlichkeit für den elektriſchen Reiz gilt wenigſtens zum Theil auch für die Nerven der verſchiedenen Sinnorgane, auf welche ſämmtlich die Elektrizität wirkt, und durch ihre Einwirkung auf dieſelbe ſpecifike Empfindungen erregt, doch werden einige dieſer Sinnorgane nur durch ſtärkere Grade der Elektrizität afficirt, wie z. B. das Geſchmacksorgan. Läſst man öfters nach einander kleine Funken auf die Zungenwärzchen gehen, ſo ſpührt man einen ſalzigten, ſtechenden oder auch ſäuerlichen Geſchmack, der bisweilen auffallend ſauer iſt. Die Geruchsempfindung, welche die Elektrizität hervorbringt, hat die meiſte Aehnlichkeit mit der, welche der Phosphor erregt. Die Gefühlsempfindungen ſind unter verſchiedenen Umſtänden, beſon-

besonders nach Verschiedenheit des Grads der Elektrizität verschieden. Bald bringt die Elektrizität die Empfindung von einem Spinnengewebe hervor, bald jene von einem gelinden Winde, bald erregt sie Stiche, bald eigentliche mehr oder minder heftige Erschütterungen. In einer Wunde macht die Elektrizität die nehmliche unangenehme Empfindung wie Salze. Ihr Eindruck auf das Gesichtsorgan hat die Empfindung von Licht zur Folge, und dem Gehörsinn offenbart sie sich in manchen Fällen durch einen eigenthümlichen Reiz.

Durch diese Erscheinungen zeigt sich das Verhältniss der Elektrizität gegen die Nerven als das eines mächtigen Reizes für dieselbe. Als eine Folge dieses Verhältnisses gegen die Muskularnerven kann die allmählige Schwächung und gänzliche Zernichtung der Reizbarkeit angesehen werden, von welchem Effekt wir hie und da schon Beyspiele angeführt haben. Diese Zernichtung der Reizbarkeit schränkt sich vorzüglich nur auf die Muskeln ein, durch welche der elektrische Strom seinen Lauf nimmt; diess gilt besonders von kaltblütigen Thieren, so dass z. B. bey einer Eidechse, die durch einen Schlag getödtet wird, der durch den ganzen Körper, ausgenommen den Schwanz, geht, dieser letztere allein noch Reizbarkeit zeigt, da hingegen bey warmblütigen Thieren, wenn sie durch einen elektrischen Schlag, dessen Lauf sich z. B. mehr nur auf den Kopf einschränkt, getödtet werden, die Reizbarkeit in allen Muskeln zerstöhrt ist, hingegen alsdann nur in denjenigen Muskeln, durch welche der elektrische Strohm geht, wenn er

nicht ſtark genug iſt, das Thier zu tödten. Dieſs letztere wird auch durch *Kites* Verſuche beſtätigt *u*), der nehmlich fand, daſs, wenn er ſtarke Schläge durch ein Herzohr oder eine Herzkammer, während beyde ſich zuſammenzogen, ſo lange gehen lieſs, bis ſowohl die Bewegung, als auch die Reizbarkeit überhaupt in dem Theile erloſchen war, der nicht elektriſirte Theil ſich regelmäſsig und ſogar noch einige Stunden fort zuſammenzog.

B.

Verſuch einer Reduction der Erſcheinungen der thieriſchen Elektrizität auf eine Hypotheſe, welche die gemeine Elektrizität als Urſache derſelben zum Grunde legt.

Wenn man die Erſcheinungen der thieriſchen Elektrizität mit einem flüchtigen Blicke anſieht, ſo wird man leicht überredet, an das elektriſche Fluidum als den in den erzählten Verſuchen wirkenden Reiz zu denken. Auffallend ſind die Aehnlichkeiten der Wirkung dieſes Reizes auf die Sinnorgane mit der des elektriſchen Fluidums auf dieſelbe, übereinſtimmend mit der Wirkſamkeit der Elektrizität iſt die groſse Wirkſamkeit dieſes Reizes auf die reizbare Faſer, die vorzüglichſten Leiter für das elektriſche Fluidum ſpielen in jenen Verſuchen eine Hauptrolle, Waſſer zugleich ein Leiter der Elektrizität und durch Verdampfung ein Erwecker der-

u) Abhandlungen der zu London errichteten medic. Geſellſchaft. III. B. S. 203.

Anw. El. auf eine Hypotheſe, welche d. Urheber derſelben zum Grunde legt.

derſelben erſcheint als nothwendige Bedingung zum Erfolge dieſer Verſuche, die Elektrizität ſcheint in der Oekonomie der thieriſchen Maſchine ſelbſt eine ſo wichtige Rolle zu ſpielen, unſer Körper zeigt immer Spuren von einer eigenthümlichen Elektrizität bald mehr, bald weniger merklich, die Nerven, die in dieſen Verſuchen den wichtigſten Antheil an der Erregung des Effekts zu haben ſcheinen, zeigen ſonſt auch merkwürdige Verhältniſſe gegen die Elektrizität, und ſcheinen ſogar in den elektriſchen Fiſchen Abſonderungsorgane von Elektrizität zu ſeyn. Alle dieſe Betrachtungen zuſammengenommen, gewähren indeſſen mehr nur ein dunkles Gefühl, eine Ahndung, als ein beſtimmtes und genau zu entwickelndes Urtheil: zu dieſem können wir aber gelangen, wenn wir alle die Umſtände, die wir auf einander häuften, einzeln genauer zerlegen, und in den Schlüſſen, die ſie zulaſſen, verfolgen, und in dieſer Abſicht wollen wir die Elektrizität als wirkſam in dieſen Verſuchen annehmen, und unterſuchen, wie ſich die verſchiedenen Erſcheinungen daraus erklären, und wie ſich alle dieſe Umſtände, die eine ſolche Annahme vorläufig rechtfertigen, an dieſelbe anreihen, und zur Unterſtützung und Aufklärung derſelben gebrauchen laſſen.

Wenn die Elektrizität der wirkſame Reiz in den Verſuchen iſt, in denen ſich Zuckungen zeigten, ſo muſs ſie ſich unter ſolchen Umſtänden befinden, daſs ſie auf den Nerven wirken kann, da wir von allen Reizen, und noch beſonders von dem elektriſchen erwieſen haben, daſs ſie immer nur durch das Medium der Nerven die Zuſam-

Zusammenziehungen in den Muskeln hervorbringen. Da nun aber die Elektrizität nur dann auf den Nerven wirkt, wenn sie in denselben ein- oder aus demselben ausströhmt, oder durch denselben durchgeleitet wird, so müssen wir ein solches Verhalten der Elektrizität auch in diesen Versuchen annehmen. Vergleichen wir nun die mancherley Erscheinungen, die oben, besonders von I — X. erwähnt worden sind, unter einander, und nehmen wir dabey auf die aus denselben abgeleiteten Bedingungen und Gesetze Rücksicht, so empfiehlt sich uns die Annahme eines elektrischen Strohms der von einer Armatur zur andern durch die Leiter, die zwischen ihnen enthalten sind, seinen Weg nimmt, als eine Hypothese, aus welcher sich alle diese Erscheinungen und zum Theil auch die Bedingungen und Gesetze auf eine Art erklären lassen, die ganz mit dem, was uns die Erfahrung über die Wirkung der gemeinen Elektrizität auf die Nerven lehrt, übereinstimmt.

Man sieht nunmehr den Grund der Nothwendigkeit der oben (S. 209.) angeführten allgemeinsten Bedingung, dass zwischen beyden Armaturen eine Kette von Leitern und in dieser der Nerve enthalten seyn muss, ein. Nur unter dieser Bedingung ist nehmlich ein Strohm von Elektrizität von einer Armatur zur andern möglich, und nur unter dieser Bedingung kann die Elektrizität auf den Nerven wirken und ihn reizen, und durch diesen Nervenreiz die Zuckungen oder eigenthümlichen Empfindungen erregen. Eben so gut lassen sich die einzelnen Erscheinungen, welche dieser Bedingung zum Grunde liegen, mit der Annahme eines elektrischen Strohms

von

von einer Armatur zur andern, der auf den Zwiſchenraum zwiſchen ihnen beyden eingeſchränkt iſt, vereinigen, ſofern nehmlich allen Erfahrungen zufolge die gemeine Elektrizität unter ähnlichen Umſtänden ähnliche Phänomene hervorbringt. Man ſieht nun zuvörderſt ein, warum die Bewaffnung des bloſsen Nerven hinreichend zur Erregung der Zuckungen iſt, weil ja in dieſem Falle der Strohm der Elektrizität zwiſchen beyden Armaturen durch den Nerven geht, und den oben erzählten Verſuchen über die Wirkung der künſtlichen Elektrizität zufolge ein bloſses Durchſtröhmen derſelben durch den Nerven ſchon die Zuckungen hervorbringt; man ſieht ferner ein, warum der Effekt mit der Entfernung der beyden Armaturen von einander zunimmt (S. 24.), weil eben damit die Strecke des Nerven wächſt, durch welche die Elektrizität von einer Armatur zur andern ſtröhmt, nach deren Gröſse ſich den obigen Verſuchen mit der künſtlichen Elektrizität zufolge die Lebhaftigkeit der Zuckungen bey gleicher elektriſcher Kraft richtet, warum bey der Anbringung der beyden Armaturen an den Theil des Nerven, der durch Austrocknung und häufiges Berühren mit dem Excitator unempfindlich für Reize überhaupt geworden war, keine Zuckungen entſtanden, und warum die Befeuchtung des Nerven mit Waſſer nicht hinreichend war, den Effekt wieder herzuſtellen (S. 23.), weil ſie nicht fähig war, dem Nerven ſeine Empfindlichkeit wieder zu geben, da hingegen in dem Falle, wo der Excitator noch einen empfindlichen Theil des Nerven berührte, die Benetzung des obern ausgetrockneten Theils die Zuckungen wieder zurück-

rief

rief (S. 24.), indem dadurch die leitende Verbindung zwischen beyden Armaturen wieder hergestellt wurde, und folglich die Elektrizität wieder von einer Armatur zur andern ströhmen, auf diesem Weg aber auch zugleich einen noch empfindlichen Theil des Nerven reizen konnte. Auf ähnliche Art erklären sich die Phänomene der Unterbindung (VIII. S. 31.). Bey der Anbringung beyder Armaturen an den Nerven oberhalb dem Bande konnte keine Zuckung entstehen, weil hier der Strohm der Elektrizität auf einen Theil des Nerven wirkte, der die in ihm bewirkte Veränderung nicht auf die Muskeln, wohl aber auf das Sensorium commune fortpflanzen konnte, weswegen auch in diesem Falle die schmerzhaften Empfindungen, die sich durch willkührliche Verdrehungen der Gliedmaassen zu erkennen gaben, auf die gewöhnliche Weise einstellten (S. 149.), wurde nun aber ein Excitator an den Nerven unterhalb dem Bande angebracht, so wurde nun eben damit ein Theil des Nerven, dessen Reizung sich auf die Muskeln fortpflanzen konnte, dem Strohme der Elektrizität ausgesetzt, und es mussten also nun die Zuckungen erfolgen. Dass bey der Anbringung der einen Bewaffnung an den Schenkel und der andern an das obere Ende des Nerven, und Unterbindung des Nerven dicht bey seinem Eintritte in die Gliedmaasse, die Zuckungen sich ebenfalls nicht einstellten, erklärt sich eben so leicht. Hier gieng zwar der Strohm der Elektrizität durch die ganze Strecke des Nerven bis zu seinem Eintritt in den Schenkel, hingegen verhinderte das Band die Wirkung der Nervenreizung auf die Muskeln, vom Bande an folgte

die

die Elektrizität nun der Oberfläche der Muskeln, auf diesem Wege reizte sie also nur sehr wenige auf der Oberfläche verbreitete Nervenfäserchen, und daher zeigten sich keine Zuckungen, wenigstens nicht jene lebhaften, welche mit einer deutlichen Ausdehnung der Gliedmaasse verbunden waren, sondern wenn ja einige bisweilen bey grössern Individuen entstanden, so waren sie mehr partiell in einzelnen Muskeln. Bey der Lostrennung des Nerven vom Fleische und Herausziehung trat nun wieder der Fall ein, dass der Nervenstamm von der Elektrizität gereizt wurde, und dass die Fortwirkung dieser Reizung ungehindert auf alle Muskeln geschehen konnte. Auf eine ähnliche Art lassen sich die Versuche über die Wirkung der Durchschneidung, die gleichsam als eine Unterbindung wirkte, zur Unterstützung unserer Hypothese benutzen. Einen Hauptbeweis für die Richtigkeit derselben scheinen nun noch die verschiedenen Versuche über die Wirkung von Körpern, welche neben dem Nerven eine Ableitung von einer Armatur zur andern machten, und welche vorzüglich das S. 223. angeführte Gesetz begründeten, zu enthalten. Wir fanden nehmlich in den S. 13. u. fg. erzählten Versuchen den Effekt so auffallend verstärkt, wenn wir den Nerven, der zwischen beyden Armaturen enthalten war, und in dessen Muskeln die Zuckungen erregt werden sollten, von aller Verbindung und Berührung mit Körpern, welche der elektrischen Materie einen Durchgang hätten gestatten können, befreyten. Diess harmonirt nun ganz gut mit der Annahme eines elektrischen Strohmes von einer Armatur zur andern, der also in diesem Falle ganz

concen-

concentrirt und ungeſchwächt auf den Nerven, der ihm als einziger Leiter diente, wirkte, da hingegen in dem Falle, wo zwiſchen beyden Armaturen neben dem Nerven noch andere Leiter ſich befanden, die Elektrizität ſich mehr über alle dieſe vertheilte, und folglich ein geringerer Theil derſelben den Nerven unmittelbar reizte. Damit erklärt ſich auch die geringe Lebhaftigkeit und die in manchen Fällen eintretende gänzliche Abweſenheit von Zuckungen bey Bewaffnung eines naſſen Schwammſtücks, auf welchem der Nerve ſich befand, weil nun die Elektrizität von einer Armatur zur andern durch den naſſen Schwamm ſtröhmen konnte, daher auch die ſogleich ſo auffallend zunehmende Lebhaftigkeit der Zuckungen, wenn die beyden Bewaffnungen zwar ebenfalls an naſſen Schwamm angebracht wurden, aber der Nerve ſo zwiſchen beyden Schwammſtücken mitten inne lag, daſs der elektriſche Strohm, um von einer Bewaffnung zur andern zu gelangen, in ſeiner ganzen Stärke durch den Nerven allein gehen muſste (S. 164.). Mit unſerer Hypotheſe laſſen ſich nun auch ſehr gut die Erſcheinungen, die in der IIIten Abtheilung des erſten Abſchnitts (S. 107. fg.) erzählt worden ſind, in Uebereinſtimmung bringen, da aber Jedem, der das bisherige aufmerkſam geleſen hat, dieſe Uebereinſtimmung von ſelbſt in die Augen fällt, da ſie ganz auf den nehmlichen Principien, wie die Erklärung der übrigen Erſcheinungen, beruht, ſo wollen wir nur noch eine Hauptklaſſe von Erſcheinungen, ich meine die verſchiedenen ſpecifiken Empfindungen, mit unſerer Vorſtellungsart von der in den beſchriebenen Verſuchen wirkſamen Urſache zuſammenhalten.

auf eine Hypothese, welche D. zum El. zum Grunde legt.

halten, und unterfuchen, wiefern fie ebenfalls zur Beftätigung derfelben beytragen, oder durch ihre Unvereinbarkeit mit derfelben ihre Richtigkeit zweifelhaft machen. Auch die Phänomene, welche die Einwirkung des Metallreizes auf die Sinnorgane zur Folge hat, fcheinen mit denen, welche die Elektricität hervorbringt, grofse Aehnlichkeit zu haben. So verfchieden auch die Bezeichnungen jener eigenthümlichen Gefchmacksempfindung find, fo bleibt doch immer die allgemeine Aehnlichkeit derfelben mit jener, welche die Elektricität hervorbringt, dafs fie ftechend brennend ift, und dafs beyde in manchen Fällen den Karakter der Säuerlichkeit an fich tragen. — Auch die Wirkung des Metallreizes auf das Gefühlsorgan (S. 147.) ift fo analog mit der Wirkung der Elektricität auf daffelbe unter gleichen Umftänden, dafs der Gedanke der Wirkfamkeit der Elektrizität in jenem Falle allerdings gerechtfertigt wird. — Empfindung von Licht ift eine bekannte Wirkung der Elektricität, und gerade wird diefe auch von dem Metallreize hervorgebracht; follte diefs nicht zu einem neuen Beweife für unfere Meinung dienen? Bey genauerer Betrachtung der Umftände, unter denen fich jene eigenthümliche Empfindung zeigt, verliert indeffen diefer Beweis feine ganze Gewichtigkeit, befonders in Beziehung auf unfere Hypothefe von dem Verhalten der Elektricität in diefen Verfuchen. Iene Empfindung von Licht ift nehmlich, wie wir gefehen haben, blofs auf das Individuum eingefchränkt, auf welches der Metallreiz unmittelbar wirkt; andere Perfonen find auch in der gröfsten Dunkelheit nicht im Stande, einiges Licht wahrzunehmen. Es fcheint alfo, als wenn die Elektricität

nicht auf die bekannte Art jene Lichtempfindung errege, so nehmlich, dass ein wahrer elektrischer Funke seine Lichtmaterie ins Auge sendete, sondern dass hier einer blossen specifik mechanischen Nervenreizung diese eigenthümliche Empfindung entspreche; so wie wir beym Drucke und Stosse des Auges (wo wahrscheinlich keine Lichtentwickelung statt findet) etwas ähnliches bemerken. Diess wird auch dadurch wahrscheinlich, dass bey der unmittelbaren Anbringung der Bewaffnungen an die Augen im Augenblicke der Erregung der Empfindung doch keine Zusammenziehung der Pupille entstand, die doch hätte entstehen müssen, wenn Licht von den Metallen aus durch die Pupillen gedrungen wäre *v*), so wie auf der andern Seite das oben (S. 146) angeführte Phänomen von Zusammenziehung der Pupille, bey der Einbringung eines Silberdraths in die Nase, keineswegs auf den specifiken Reiz des Lichts (der den Umständen nach hier nicht statt finden konnte) deutet, indem *Whytt* in dem letzten Zeitraume des Wasserkopfes bey einem Knaben ebenfalls die erweiterte Pupille zur Zusammenziehung bringen konnte, wenn er Salmiakgeist an die Naselöcher hielt, also wahrscheinlich durch einen ähnlichen Nervenconsens wie in jenem Falle. Die Elektricität, die also in den Versuchen über die Erregung einer besondern Lichtempfindung nicht durch frey gewor-

v) In *Voltas* Versuchen (s. o. S. 145.) hinderte ohnedem das auf den Augapfel angebrachte Pölsterchen ein solches Durchdringen von Licht, was eben so wenig in den meinigen, wo die Metalle an den innern Winkel des Augapfels angebracht wurde, statt finden konnte.

gewordene Lichtmaterie zu wirken ſcheint, ſcheint ſogar nicht einmal in allen Fällen die Netzhaut unmittelbar zu reizen, ſondern die Reizung ſcheint ſich mehr durch Nervenverbindung auf dieſelbe fortzupflanzen. In den Verſuchen, wo die Metalle entweder zwiſchen das Zahnfleiſch und die Lippen, oder an die innere Seite der Wangen angebracht wurden, traf wenigſtens die Elektricität auf ihrem Wege von einer Bewaffnung zur andern die Netzhaut nicht an, und doch entſtanden jene blitzähnliche Scheine. Man muſs alſo in dieſem Falle mehr eine Wirkung auf die Nerven des Vten Paars annehmen, die beſonders auch in Fowlers oben (S. 146) erzähltem Verſuche ſtatt fand. Dieſe Reizung konnte ſich dann zu den Ciliarnerven, welche ebenfalls zum Theil Zweige des Vten Paars ſind, fortpflanzen, und ſo entweder durch eine vermehrte Wirkung der Gefäſse der Aderhaut (wovon vielleicht die von Ludwig empfundene pulſirende Bewegung im Auge) die Netzhaut gereizt werden, oder ſich ſonſt auf eine andere Art die Wirkung auf dieſelbe verbreiten. Von den mannichfaltigen Abwechſelungen in der Vertheilung der Zweige des Vten Paars mag dann auch die Verſchiedenheit der Empfindung abhängen, die bey einigen Perſonen ſehr lebhaft, bey andern hingegen kaum merklich war.

Als Reſultat der bisherigen Unterſuchung ergiebt ſich alſo eine groſse Aehnlichkeit, ja völlige Uebereinſtimmung der Phänomene, welche die gemeine Elektricität bey ihrer Ströhmung von einer Armatur zur andern hervorbringen würde, mit den Phänomenen der thieriſchen Elektricität, wenn die äuſseren Umſtände ſonſt gleich gemacht werden. Dieſe vielſeitige, und in ſo mannich-

W. a. ü. v. C. Ideen zur Bestimmung d. Quelle
Prüfung d. Theor. Galvan.

faltigen Phänomenen, die daher die Ursache in verschiedenen Verhältnissen darstellen, statt findende Analogie berechtigt uns auf Gleichheit der Ursache zu schliessen. Die gewählte Vorstellungsart, dafs ein elektrischer Strohm von einer Armatur zur andern die Ursache der Erscheinungen der thierischen Elektricität sey, erhält also die gröfste Wahrscheinlichkeit, und so wenig dadurch alle Erfordernisse zu einer vollständigen Theorie dieser Erscheinungen erfüllt sind, so haben wir doch damit ein Fundament erhalten, auf welches wir unsere übrige Untersuchungen, die zu jenem Ziele führen sollen, aufführen können, ein Licht, das uns den Weg auf diesem dunklen Gebiete beleuchten wird, einen Probierstein für die Wahrscheinlichkeit der von den verschiedenen Naturforschern mitgetheilten Theorien dieser Erscheinungen, von denen diejenige uns gleich zweifelhaft seyn müssen, welche entweder Elektricität als Ursache dieser Erscheinungen verwerfen, oder wenigstens keinen solchen Strohm von Elektricität von einer Bewaffnung zur andern annehmen.

C.

Ideen zur Bestimmung der Quelle der in diesen Versuchen wirksamen Elektricität. Prüfung der Theorien Galvanis, Vallis und einiger andern. Einige historische Berichtigungen.

Ohngeachtet wir nun die Ursache der Erscheinungen der thierischen Elektricität und das Verhalten dieser Ursache festgesetzt haben, so bleiben doch noch mehrere sehr wichtige Probleme unaufgelöst, die ihre Entscheidung

dung

dung von der Beantwortung der Hauptfrage nach der Quelle und Erregungsart der in diesen Versuchen wirksamen Elektricität erwarten.

Da Nerven, Wasser und die Excitatoren diejenigen Umstände sind, die in allen jenen Versuchen allein constant vorkamen, und die daher als nothwendig zur Erregung jener Erscheinungen angesehen werden können, so läst sich mit grosser Zuverläsigkeit behaupten, dass, wenn Elektricität die Ursache ist, die Nerven, oder das Wasser, oder die Excitatoren entweder allein die Elektricität hergeben, oder dass sie durch ihre Zusammenwirkung die Entwicklung und Bewegung derselben veranlassen, und zwar kann die Elektricität schon frey in ihrem wirksamen elastischen Zustande mit einem dieser drey Körper verbunden gewesen, oder in den Versuchen selbst erst aus ihrem gebundenen Zustande befreyt, und zur Wirksamkeit und freyen Bewegung und Aeusserung ihrer Elasticität entwickelt worden seyn. Da die Nothwendigkeit des Daseyns der Nerven in diesen Versuchen, auch ohne seine Zuflucht zu einem Beytrage, den sie zur Erregung der Elektricität hergeben, zu nehmen, aus andern bereits angeführten Gründen hinlänglich erhellt, so verdienen vorzüglich die Excitatoren und das Wasser, für die wir keinen andern Grund der Nothwendigkeit ihres Daseyns haben, unsere Aufmerksamkeit, wenn von der Erregung der Elektricität die Rede ist, und vorzugsweise noch die Excitatoren, da das Wasser vielleicht nur deswegen constant coexistiren muss, so fern es eine nothwendige Bedingung der Wirk-

W. z. u. v. C.: Ideen zur Bestimmung d. Wesens der Theorie Galvani's

ſamkeit der Nervenkraft iſt, und die Integrität des Nerven von ſeiner Feuchtigkeit abhängt.

Wirklich haben auch einige Schriftſteller in den Metallen die Quelle der Elektricität geſucht. Da nehmlich in den meiſten Fällen zweyerley Armaturen zur Erregung jener Erſcheinungen nothwendig ſind, ſo hat man ſich vorgeſtellt, daſs dieſelbe vermöge ihrer eigenthümlichen Natur eine freye Elektricität haben *w*). Man hat zwey Armaturen, die beſonders wirkſam mit einander ſind, Silber und Zinn oder Zink zum Beyſpiel genommen, und hat dem einen poſitive, dem andern negative Elektricität zugeſchrieben. In den angezeigten Verſuchen ſoll nun der Nerve durch die poſitive Elektricität, die vom Silber zum negativen Zink übergeht *x*) oder durch die Rückwirkung, die von der raſchen Vereinigung beyder entſteht *y*), gereizt werden. Aufmerkſamkeit verdient es nun allerdings, daſs der Recenſent von *Fowlers* Schrift im Monthly Review, der die erſtere Meinung hegt, ſich auf Verſuche mit Benets Duplicator beruft, die ihn von der Verſchiedenartigkeit der Elektricität des Zinks und Silbers belehrt haben ſollen, und daſs Zinn, Queckſilber, Zink, die mit den edlen Metallen den ſtärkſten Effekt hervorbringen, gerade es auch ſind, die zur Verſtärkung des

Reib-

w) Voigts Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. IX. B. I. St. S. 140. 141. Monthly Review. März 1794. S. 300. 301.

x) M. R. a. a. O.

y) V. M. a. a. O.

Reibzeuges am besten taugen, und die also gleichsam eben dadurch einige Affinität gegen die negative Elektricität anzudeuten scheinen. Demungeachtet wird man schon durch eine flüchtige Ansicht der obigen Erscheinungen leicht überzeugt, daſs diese Vorstellungsart von der Quelle der Elektricität nicht wohl die richtige seyn kann.

Wirkt nehmlich die den Metallen schon vorher und vermöge ihrer Natur anhängende freye Elektricität, so sieht man nicht ein, warum beyde Armaturen, um ihren Effekt hervorzubringen, in Berührung mit feuchten Theilen seyn müssen. Bey der bloſsen Berührung der Zinn- oder Zinkarmatur des Nerven mit einem selbst an einer isolirenden Handhabe gehaltenen Silberexcitator sollten sich die Zuckungen einstellen, da diese doch erst dann erscheinen, wenn das Silber nun auch mit dem Nerven oder Schenkel in Verbindung gebracht wird, dann also wenn die Elektricität in beyden Metallen sich bereits ins Gleichgewicht gesetzt hatte. Ueberhaupt lassen sich alle die Erscheinungen, welche die Annahme eines elektrischen Strohms von einer Armatur zur andern durch die Leiter, die zwischen ihnen enthalten sind, rechtfertigen, nicht wohl an diese Meinung anreihen, und in so fern reicht dieselbe, wenn sie auch nicht gerade mit den Phänomenen im Widerspruch steht, doch lange nicht zur Erklärung derselben zu. Man sieht ferner kaum ein, wie der Effekt solcher kleiner Grade von Elektricität, die auf das Elektrometer nicht einmal wirken, sich so weit verbreiten sollte, als in den Fällen geschehen müſste, wo die Armaturen nicht unmittelbar

W. r. ü. v. C. Ideen zur Berichtigung d. ältern Theorie Galvani's, Volta's

an die Nerven und Muskeln angebracht werden, ſondern nur durch eine lange Kette von Leitern mit ihnen in Verbindung ſtehen. Unter den mannigfaltigen Phänomenen, welche auf eine Verſchiedenheit des Verhaltens der zweyerley Armaturen hindeuten, läſst ſich zwar der Einfluſs der Vertheilung derſelben nach dieſer Hypotheſe etwa ſo erklären, daſs die Elektricität bey ihrer Einwirkung auf den Nervenſtamm immer lebhaftere Zuckungen erregt, als bey ihrer Einwirkung auf die Muskeln, weſswegen die negative Armatur, in welche die Elektricität aus der poſitiven überſtröhmt, bey ihrer Anbringung an den Nerven am günſtigſten wirkt, aber unerklärlich bleibt es, warum die Zuckungen und Empfindungen ſowohl im Augenblicke der Berührung beyder Armaturen, als auch im Augenblicke des Aufhörens der Berührung entſtehen, und warum je zweyerley Armaturen bald im erſtern und bald im letztern Falle lebhaftere Zuckungen erregen. Auch die Wirkſamkeit homogener Armaturen macht Schwierigkeiten, und die Behauptung von der Verſchiedenartigkeit freyer Elektricität, die nur von zweyen Armaturen, nehmlich dem Silber und Zink durch Verſuche, die überdieſs noch manchen Zweifel zulaſſen, dargethan iſt, läſst ſich nicht ſo gerade zu auf alle übrige Metalle, Erze, Kohle und Graphit ausdehnen. Nach allem dieſem, wozu ſich noch manches hinzuſetzen lieſse, was jedem, der die obigen Erſcheinungen mit dieſer Meinung vergleicht, von ſelbſt auffallen muſs, läſst ſich alſo nicht wohl eine ſolche elektriſche Influenz der Armaturen annehmen, daſs die Nerven mit ihren Muskeln ſich bloſs als die fein-

ſten

ſten Elektroſkope für eine übrigens freye Elektricität der Excitatoren verhielten.

Ein anderer Fall wäre der, daſs die Nerven ſelbſt gleichſam die elektriſchen Organe ſind, und daſs ſie die in dieſen Verſuchen wirkſame Elektricität hergeben, welche von den Metallen bloſs in Bewegung geſetzt und fortgeleitet wird. Von dieſer Seite betrachtet, ſchien *Galvanis* Entdeckung wirklich der ſchönſte Triumph der Phyſiologie zu ſeyn, indem dadurch das Geheimniſs des Lebens enthüllt und an die Stelle von Kraft, jenes armſeligen Behelfs unſerer Unwiſſenheit, eine Materie getreten wäre, die ſich uns ſonſt in ſo mannichfaltigen Erſcheinungen offenbart, eine Materie deren Bewegungsgeſetze uns bekannter ſind, und deren Verhältniſſe gegen den Organismus, und damit vielleicht das ganze Räthſel des organiſchen Lebens, durch die Kenntniſs ihrer Verhältniſſe gegen andere Materien eine groſse Aufklärung erhalten könnten.

Galvani lieſs ſich auch vom erſten Scheine verführen, und bauete auf die Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität eine Theorie der thieriſchen Bewegungen überhaupt, von welcher die Hauptſätze folgende ſind:

I. Die Thiere haben eine eigenthümliche ſelbſtſtändige Elektricität, welche den Nahmen thieriſche Elektricität verdient.

II. Die Organe, in welchen dieſe thieriſche Elektricität vorzüglich wirkt, und durch welche ſie dem ganzen Körper mitgetheilt wird, ſind die Nerven, und das wichtigſte Abſonderungsorgan derſelben iſt das Gehirn.

W. v. H. v. C., Ideen zur Vereinigung d. ... Theorieen Galvanis, Halle

III. Die innere Subſtanz der Nerven, wahrſcheinlich die dünnſte Lymphe, iſt mit Leitungskraft für die Elektricität begabt, und macht daher die freye und ſchnelle Bewegung der Elektricität durch die Nerven möglich, zugleich verhindert aber der öligte Ueberzug der Nerven die Zerſtreuung dieſer Elektricität, und erlaubt ihre Anhäufung.

IV. Die vorzüglichſten Behälter der thieriſchen Elektricität ſind die Muskeln. Sie ſtellen gleichſam eine Leidner Flaſche vor, und zwar iſt ihre äuſsere Oberfläche negativ, in ihrem Innern hingegen iſt die Elektricität angehäuft, das alſo poſitiv iſt. Der Nerve iſt der Conductor dieſer Flaſche, der neben den Blutgefäſsen die Muskeln mit Elektricität verſieht.

V. Der Mechanismus aller Bewegungen beſteht kurz darin, daſs die elektriſche Flüſſigkeit aus dem Innern der Muskeln in die Nerven derſelben gezogen und geleitet wird, und daſs ſie nun aus dieſen auf die äuſsere Oberfläche der Muskeln überſtröhmt, folglich coexiſtirt mit jeder Zuſammenziehung gleichſam eine Entladung der musculöſen Leidner Flaſche, und dieſe iſt die Urſache von jener, die Zuſammenziehung eine Folge des Reizes, den die auf die äuſsere Oberfläche der Muskeln überſtröhmende Elektricität auf die reizbaren Muskelfaſern ausübt.

Allerdings ſchienen manche der von *Galvani* neu beobachteten Phänomene eine ſolche Vorſtellungsart zu rechtfertigen. Beſonders überredend war die Wirk-

ſam-

ſamkeit der Metalle zur Erregung der Zuſammenziehungen, und einer leitenden Verbindung zwiſchen den Nerven und Muskeln durch dieſe Metalle, die Kraft ausgedehnter metalliſcher Belegungen der Nerven und Muskeln zur Verſtärkung der Wirkung, das Ausbleiben der Bewegungen bey der Unterbrechung der leitenden Verbindung zwiſchen den Nerven und Muskeln durch idioelektriſche Körper, die beſondere Wirkſamkeit derjenigen Metalle, welche zu den vorzüglichſten Leitern der Elektricität gehören, nehmlich des Golds und Silbers u. ſ. w. Aber dieſs ſind beynahe auch die einzige bedeutende Gründe, welche dieſer Theorie den flüchtigen Schein der Wahrheit verleihen konnten. Denn alle die übrigen Analogien, die *Galvani* zwiſchen der Leidner Flaſche und den Muskeln, zwiſchen den Umſtänden, unter welchen ſich jene entladet, und dieſe (als eine Folge ihrer Entladung) Zuſammenziehungen zeigen, zu finden glaubt, verſchwinden bey genauerer Betrachtung, indem die Phänomene, auf welche ſich dieſelbe ſtützen, eine ganz andere Deutung zulaſſen. *Galvani* findet nehmlich vorzüglich auch in den Erſcheinungen, mit welchen ihn die Verſuche über die Wirkung der künſtlichen Elektricität auf die Nerven und Muskeln bekannt machten, Beweiſe für ſeine Vorſtellungsart von der ungleichen Vertheilung der Elektricität in den Muskeln. So erklärt er ſich den Umſtand, daſs bey der Funkenziehung aus einem elektriſirten Conductor Zuckungen in den Froſchſchenkeln, die in der Nähe deſſelben ſind, entſtehen, beſonders wenn mit ihren Nerven ein metalliſcher Drath (Nervenconductor) in Verbindung iſt,

W. a. U. V. C. Ideen zur Bestimmung d. Anfang der Theorien Galvani's, Volta's

ist, dadurch, dass die Elektricität sowohl aus den, den Conductor der Maschine umschwebenden Luftschichten, als aus den Nervenconductoren, die mit diesen Luftschichten in Verbindung sind, hervorbreche, ihre Elektricität also negativ werde, und dass daher die innere positive Elektricität der Muskeln sowohl aus eigenen als mit den von der künstlichen Elektricität geborgten Kräften häufiger in den Nerven zufliesse, damit sie von den Nervenconductoren aufgenommen werde, und die in ihnen sowohl als in den Luftschichten mangelnde Elektricität erneure z). Diese Erregung von Zusammenziehungen lässt sich aber ganz gut aus der reizenden Kraft der gemeinen und in diesem Falle durch Vertheilung rege gewordenen Elektricität erklären, ohne im geringsten zu einer eigenthümlichen thierischen Elektricität seine Zuflucht nehmen zu müssen. Die Elektricität des Conductors der Maschine wirkte nehmlich auf den natürlichen Antheil von Elektricität, der in allen Körpern sowohl dem Nervenconductor als den Nerven und

z) a. a. O. S. 97. 98. Man sieht zugleich hieraus, dass *Galvani* es für hinreichend zur Erregung von Zusammenziehungen hält, wenn die Elektricität aus dem Innern der Muskeln in die Nerven gelockt wird, und aus diesen in andre Körper überströhmt, ohne aber gerade auf die äussere Oberfläche der Muskeln geleitet zu werden. An andern Orten scheint er aber diese Meinung wieder zu verwerfen, und einen Uebergang der aus den Nerven ausströhmenden Elektricität auf die Muskeln zur nothwendigen Bedingung des Entstehens der Zusammenziehungen zu machen. Wir werden weiter unten wieder auf diesen Widerspruch zurückkommen.

Becker der in diesen Versuchen würkl. Electr. u. e. a. — Einige histor. Berichtigungen

und Muskeln enthalten ist, und vertheilte ihn, so dafs die demselben zunächst zugekehrte Körper, also der Nervenconductor, und Nerve eine der seinigen entgegengesetzte, und die Muskeln eine mit derselben gleichnahmigte Elektricität erhielten. Beym Funkenziehen hörte nun sogleich die vertheilende Kraft zu wirken auf, das gestöhrte Gleichgewicht wurde wieder hergestellt, und zugleich der Nerve durch die in ihn aus den Muskeln zurückströhmende Elektricität (im Falle nehmlich der Conductor der Maschine positive Elektricität hatte) gereizt. Ueberhaupt haben alle Versuche *Galvanis* über die Wirkung der künstlichen Elektricität auf die Nerven und Muskeln ganz und gar nichts merkwürdiges, und die Resultate derselben hätten sich voraussagen lassen, weswegen es wirklich auffallend seyn muss, wie einige Männer auf diese Erscheinungen begieriger seyn konnten, als auf die ganz wunderbare und völlig neue Aussichten eröffnende Erscheinungen der thierischen Elektricität.

Es wäre zweckwidrig und unfruchtbar, *Galvanis* Theorie in ihren einzelnen Scheingründen zu verfolgen und zu prüfen, das Halbwahre und Uebereilte in seinen Behauptungen darzustellen, seine Widersprüche aufzudecken, und die Unzulänglichkeit seiner Theorie sowohl zur Erklärung der durch die Bemühungen eifriger Naturforscher allmählig so sehr angewachsenen Masse von Beobachtungen auf diesem neuen Felde, als auch der Erscheinungen der thierischen Bewegung überhaupt darzuthun, auch ist diess Geschäft zum Theil schon

von

W. u. H. v. C. Ideen zur Bestimmung d. Antheils d. in der Theorie Galvani's, Volta's u. e.

von Herrn *Creve a*) verſehen worden, ich begnüge mich daher bloſs, den letzten Hauptſatz der Galvaniſchen Theorie (V) mit den Reſultaten der Verſuche, über die Erregung von Zuſammenziehungen durch die thieriſche Elektricität, zu vergleichen, und die Widerſprüche zwiſchen dieſen und jenem zu zeigen:

A. Wenn *Galvanis* Darſtellung des Mechanismus der Zuſammenziehungen die richtige iſt, ſo müſſen in den obigen Verſuchen die Umſtände immer von der Beſchaffenheit geweſen ſeyn, daſs die poſitive Elektricität des Innern der Muskeln durch die Nerven, und von dieſen aus durch leitende Körper auf die äuſsere Oberfläche der Muskeln überſtröhmen konnte, kurz es muſs immer eine leitende Communication von den Nerven zu dem Aeuſſern der Muskeln ſtatt gefunden haben, um die Entladung der muskulöſen Leidner Flaſche möglich zu machen. Oben ſind aber mehrere Verſuche angeführt worden, in welchen, ohngeachtet keine leitende Verbindung von den Nerven zu den Muskeln ſtatt fand, dennoch die Zuſammenziehungen entſtanden. Dieſs gilt vorzüglich von den S. 22 und fg. erzählten Verſuchen, in denen beyde Armaturen bloſs an den Nerven angebracht wurden. *Galvani* hatte ebenfalls ſchon dieſe Phänomene beobachtet, und in dieſer Rückſicht habe ich oben (S. 22) einen hiſtoriſchen Irrthum begangen, da ich die erſte Entdeckung der Wirkſamkeit zweyer bloſs an den Nerven angebrachter Armaturen *Volta*, *Fowler* und *Creve* zuſchrieb. Die Stellen in *Galvanis* Schrift, wel-

a) a. a. O. S. 48 fg.

welche diefs offenbar beweifen, find folgende: S. 51. wo er an den mit ihrem Nerven vom Körper losgetrennten Muskeln beobachtete, dafs auch ohne den Gebrauch eines Bogens (d. h. einer metallifchen Leitung von der Nervenarmatur zu den Muskeln) Zuckungen entftanden, wenn er mit der äufserften Spitze eines leitenden Körpers (wahrfcheinlich eines Metalls) theils den Rand des Metallblättchens, theils den nackten Nerven berührte *b*); S. 70. wo er in der Gliedmaafse eines Schaafs, deffen Schenkelnerve abgefchnitten, mit einem Metallblättchen überzogen und auf eine armirte Glasfcheibe gelegt worden war, auch ohne Beyhülfe des Bogens durch die blofse Berührung der Scheibe mit was immer für einem leitenden Körper entftehen fah, und S. 101. wo *Galvani* von den verfchiedenen Arten durch den Metallreiz Zuckungen zu erregen handelt, und ausdrücklich erwähnt, dafs diefe auch dann entftehen, wenn blofs der armirte Nerve von einem leitenden Körper berührt werde. Eben diefe Beobachtung machte ihn auch in feiner

Theo-

b) An eben diefem Orte befchreibt *Galvani* Verfuche von Erregung der Zufammenziehungen bey der blofsen Bewaffnung der äufsern Oberfläche der Muskeln, indem er nehmlich einen Theil des Muskels mit einem Metallblättchen belegte, und nun mit der einen Spitze des Bogens den belegten Theil des Muskels, mit der andern die anliegende entblöfste Oberfläche deffelben berührte. In der Rückficht gehört alfo gegen meine obige Behauptung S. 111. ebenfalls dem glücklichen Endecker der Erfcheinungen der thierifchen Elektrizität, und nicht *Volta*, das Verdienft, zuerft diefe Lehre mit folchen Verfuchen bereichert zu haben.

W. z. II. V. C. Ideen zur Bestimmung d. Quell. d. ci d. Theorien Volta's, Galvani's u.

Theorie einigermaaſsen wankend, ſo daſs er es nicht gerade zur nothwendigen Bedingung des Entſtehens der Zuſammenziehungen macht, daſs die elektriſche Flüſſigkeit zu den Muskeln überſtröhme c). In der Folge aber ſucht er ſelbſt dieſe Erſcheinungen in ſeine Theorie von der Leidner Flaſche einzupaſſen, und zwar durch die willkührliche Behauptung, daſs in dieſem Falle, wo der metalliſche Bogen von der Nervenarmatur zu den Muskeln fehlt, entweder die äuſsern flüſſigen und feuchten Theile oder vielmehr die dicken und harten Häute des Nerven oder beyde zugleich die Stelle dieſes Bogens vertreten, und durch ſie die aus den Nerven ausſtröhmende Elektricität zu den Muskeln übergeleitet werde. Auf eine ähnliche Art ſollen auch die willkührlichen und unwillkührlichen, ſowohl natürlichen als widernatürlichen Bewegungen während des Lebens entſtehen, indem nehmlich die durch die Kraft der Seele oder durch irgend einen äuſsern Reiz an einen beſtimmten Ort des Nerven angelockte und dort angehäufte, Elektricität den nicht leitenden Theil der Nervenſubſtanz durch die Anhäufung überwältige, und nun durch die äuſsere Feuch-

tig-

c) S. 95. „Um dieſe Muskelzuſammenziehungen, von welchen wir bis izt geredet haben, zu erregen, merke man ſich, daſs vorzüglich zwey Dinge erfordert werden: Erſtlich nehmlich Etwas, welches die nerviſch elektriſche Flüſſigkeit von den Muskeln zu den Nerven ziehe, und ihren Ausfluſs bewirke, zweytens Etwas, welches dieſen Nervenausfluſs in ſich aufnehme, und ihn entweder zu den Muskeln bringe, und gewiſſermaaſsen zurückgebe, oder irgend anders wohin führe und zerſtreue."

Diſp: Verſ. wirkſam. Electr. – Erfahrg e. a.: Einige hiſtor: Berichtigungen.

tigkeit des Nerven, oder durch ſeine Häute oder durch irgend einen andern benachbarten leitenden Theil zu den Muskeln ſtröhme. Bedenkt man aber, daſs auch bey der Application der Bewaffnungen an das von ſeinen Häuten entblöſste Hirn- oder Rückenmark gegen *Galvanis* Behauptung Zuckungen in den Gliedmaaſsen entſtehen, daſs ferner *Galvani* ſelbſt den äuſſern Ueberzug der Nerven öligt und idioelektriſch nennt, vergleicht man damit das, was ich oben (S. 210. 211.) gegen *Fowler* erinnert habe, ſo muſs man dieſe Ausflucht *Galvanis* ganz unſtatthaft finden, und zugeben, daſs in den verſchiedenen Fällen der Erregung von Zuckungen in den obigen Verſuchen nicht immer wohl eine Circulation der Elektricität von den Nerven zu den Muskeln ſtatt finden konnte.

B. So wie nun in den obigen Verſuchen Zuckungen unter Umſtänden entſtanden, unter denen kein leitender Bogen von den Nerven zu den Muskeln ſtatt fand, alſo unter Umſtänden, unter denen keine Entladung der muskulöſen Leidner Flaſche angenommen werden kann, ſo entſtanden umgekehrt keine Zuckungen unter Umſtänden, die dieſer Entladung günſtig waren, d. h. unter denen eine leitende Verbindung von den Nerven zu den Muskeln eintrat. In allen den Fällen nehmlich, wo die Verbindung der Nervenarmatur mit den Muskeln durch die Körper, die wir oben Conductoren der thieriſchen Elektricität genannt haben, geſchah, und wo alſo die Umſtände einer Entladung eben ſo günſtig waren, als in dem vorigen Falle, in welchem *Galvani* die Feuchtigkeit und Häute der Ner-

W. z. ü. V. C. Ideen zur Bestimmung d. Quellen d. Theorie Galvani's, Valli's u. e. a.

ven zusammen mit der Nervenarmatur dem leitenden Bogen ausmachen läßt, kurz wo von den Nerven zu den Muskeln eine ununterbrochene Leitungskette statt fand, entstanden doch nie Zuckungen. Freylich sind in dieser Rücksicht die Beobachtungen sehr widersprechend und *Galvanis* Behauptung, daß allerdings Zuckungen entstehen, wenn die Verbindung der Nervenarmatur mit den Muskeln bloß durch Wasser, und andere feuchte thierische und Pflanzentheile geschehe, wird zwar durch die Majorität der Beobachter gegen mich unterstützt, indem *Valli d)*, *Volta e)*, (der indessen durch seine neueste Behauptungen diese Beobachtung als unrichtig zurücknimmt) und *Gren f)* ähnliche Erscheinungen beschreiben, indessen haben mich sehr oft und unter mannichfaltigen Umständen bey sehr großen und allen Erscheinungen zufolge sehr reizbaren Individuen gleich nach der Zubereitung bey verschiedener Beschaffenheit der Atmosphäre mit der größten Sorgfalt angestellte Versuche überzeugt, daß eine Verbindung der Muskeln mit einer beliebigen Nervenarmatur (jene der Stahlscheere vielleicht ausgenommen s. o. S. 158 fg.), durch Wasser, frische, feuchte, thierische und vegetabilische Theile und beliebige naßgemachte Körper aller Art nie im Stande ist, die Zuckungen zu erregen, und daß folglich die Entstehung derselben sich keineswegs nach *Galvani* aus einer bloßen Ueberströhmung einer in dem

d) Experiments &c. S. 176.

e) a. a. O. S. 5. 118. 124.

f) Journal. VI. B. S. 404. 405.

dem Innern der Muskeln angehäuften Elektricität auf die äusſere Oberfläche derſelben vermittelſt eines leitenden Bogens erklären laſſe.

Die übrigen Einwürfe, welche ſich gegen *Galvanis* Theorie aus den obigen Erſcheinungen ergeben, z. B. aus der ſo lange Zeit dauernden Erregbarkeit der Zuſammenziehungen durch den Metallreiz in Gliedmaaſsen, die vom Körper abgetrennt ſind, (ſo fern nehmlich nach *Galvanis* Hypotheſe die bey der erſten Zuſammenziehung erfolgte Wiederherſtellung des Gleichgewichts der Elektricität jede weitere Erregung dieſer Zuſammenziehungen verhindern ſollte, wenn anders kein Mittel zur neuen Stöhrung des Gleichgewichts angegeben wird), aus den Effekten der Unterbindung, überhaupt aus allen den Erſcheinungen, welche die Annahme eines elektriſchen Strohms von einer Armatur zur andern durch die zwiſchen ihnen enthaltene Leiter begründen, aus der Wirkung des Metallreizes auf die Sinnorgane, aus dem verſchiedenen Verhalten der Armaturen ſowohl nach Verſchiedenheit ihrer Natur, als auch ihrer Vertheilung an die thieriſche Theile und der Art ihrer Verbindung mit denſelben. Einwürfe, welche theils die Unzulänglichkeit dieſer Theorie zur Erklärung der genannten Erſcheinungen, theils wahre Widerſprüche zwiſchen dieſen und jener betreffen, bedürfen nicht einmal einer weitern Ausführung.

Auſſer *Galvani* hat noch *Valli* auf eine ähnliche Art auf dieſe Entdeckung ein ganzes Gebäude einer Nervenphyſiologie mit Annahme des elektriſchen Fluidums als

W. a. ü. V. C: Ideen zur Bestimmung d. ... d. Theorien Galvani's, Valli's u.

wirksamen Nervenprincips aufgeführt, und eine Theorie der thierischen Bewegungen überhaupt, und der durch den Metallreiz erregten Zusammenziehungen gegeben. Anfangs leitete er die Erregung der Zusammenziehungen von einer im Innern und auf der äussern Oberfläche der Muskeln ungleich vertheilten Elektrizität, und von einer Wiederherstellung des Gleichgewichts durch die Metalle her, machte aber im Gegensatz gegen *Galvani* das Innere negativ, und zwar schrieb er diesen elektrischen Zustand des Innern der Wirksamkeit einer von ihm neugeschaffenen Kraft der Nerven, die Elektrizität aus den Muskeln auszupumpen und in das Gehirn zu ergiessen, einer Kraft, welche in der thierischen Oekonomie eine grosse Rolle spiele, und nicht allein zu den willkührlichen Bewegungen, sondern auch zu den Operationen des Verstandes und Empfindungsvermögens erforderlich sey, zu *g*). Auf diese Behauptung reducirt nun *Valli* die Nothwendigkeit der Ruhe, die man besonders in den letzten Zeiten dem Thiere geben müsse, um wieder Contractionen zu erhalten, indem dieser Zwischenraum zur Wiederherstellung des Mangels an Gleichgewicht nöthig sey, er bedenkt aber nicht, dass man besonders im Anfange beym gelinden Reiben der Armaturen an einander die Zuckungen so anhaltend und gleichsam ununterbrochen erregen kann, dass nicht einmal eine vollkommene Erschlaffung erfolgt, und dass also hier kein Minimum von Zeit vorhanden ist, in

g) Aufklärungen der Arzneywissenschaft u. s. w. II. Stück S. 187. fg.

in welchem sich nach Wiederherstellung des Gleichgewichts ein neuer Mangel desselben einstellen könnte. Das Geschäft des Auspumpens verrichtet nach ihm der Nerve nur so lange, als er die Elektrizität in das Hirn und Rückenmark ergiessen kann, er bedenkt aber ebenfalls nicht, dass sich auch in der mit ihrem Nerven vom Rückenmarke losgetrennten Gliedmaasse, trotz der damit eintretenden Unfähigkeit der Nerven durch Auspumpen das Gleichgewicht ferner zu stöhren, die Zuckungen mehrere Stunden durch den Metallreiz erregen lassen. Endlich treffen auch diese Theorie alle die Einwürfe, welche gegen *Galvanis* Hypothese vorgetragen worden sind, von der sie sich durch nichts unterscheidet, als dass sie noch zu ganz unbekannten, unbegreiflichen, und unerweislichen Kräften ihre Zuflucht nimmt, und damit alle Gesetze einer gesunden Logik verletzt. In der Folge trug er seine Theorie etwas verändert, und besonders in der Anwendung auf die Erklärung der Erscheinungen des thierischen Lebens überhaupt weitläufiger ausgeführt vor *h*). Er verwarf nun zwar jenen Mechanismus der Entladung, den *Galvani* als Ursache der Zusammenziehungen angenommen hatte *i*), und doch nennt er einen Muskel eine Batterie (daher auch das durch die Thiere condensirte elektrische Fluidum unermesslich seyn, und, auf einmal entladen, grosse Wirkungen hervorbringen müsse, wie diess bey *Cotun-*

h) Experiments &c. S. 111 fg.

i) a. a. O. S. 189.

pis k) Maus der Fall gewesen sey!!) *l*) nimmt zweyerley Zustände der Elektricität Plus und Minus in denselben an, entscheidet aber nicht ob das + oder — in den Nerven oder Muskeln sich befinde, weil die Nerven mit beyden Flächen communiciren. Den Nerven schreibt er statt der Auspumpungskraft nun gerade das entgegengesetzte Vermögen, die Elektricität zu condensiren, zu *m*), eben diese Nerven nennt er die Leiter des elektrischen Fluidums, und doch schreibt er ihnen eine eigene Elektricität zu, durch welche sie die Elektricität der Muskeln in Bewegung setzen, die nur in paralytischen Muskeln völlig im Gleichgewicht sich befinde, aber in erschlafften Muskeln bloss mit geringerer Intensität wirke, wie diess die Zusammenziehung der Muskeln bey Entzweyschneidung ihrer Antagonisten beweise. Für die Muskeln, welche der Willkühr der Seele nicht unterworfen seyen, finde nicht der nehmliche Mechanismus statt. Zwar sey hier auch Elektricität die Ursache der Bewegungen, aber sie ströhme erst auf einen specifiken Reiz aus den Nerven herzu, und eben weil sich

k) Da nehmlich *Cotunni* eine lebendige Maus ausweidete, und ihren Schwanz mit dem kleinen und Ohrfinger fest zusammendrückte, so fühlte er, während er mit der rechten Hand die äussere Bedeckungen zerschnitt, und nun mit dem Messer tiefer hineinfuhr, unversehens einen Schlag und eine Bewegung im Arme und auf der Brust, wovon er einen ganzen Tag lang das Gefühl behielt, s. *Volta* a. a. O. S. 15.

l) a. a. O. S. 138.

m) a. a. O. S. 128.

ſich in dieſen Organen keine condenſirte Elektricität finde, habe der Metallreiz keine Wirkung auf ſie!! Solche mit allen Erfahrungen, mit den Geſetzen, denen das Verhalten der Elektricität folgt, ſtreitende willkührliche, keine Gründe der Analogie für ſich habende, nichts erklärende Sätze machen die ganze auf einigen hundert Seiten unnütz ausgedehnte Elektricitätsphyſiologie *Vallis* aus. Auf die Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität ſelbſt hat er faſt gar nicht Rückſicht genommen, auf keine Art den Zuſammenhang der Bedingungen, unter welchen ſich dieſelbe zeigen, und der Umſtände, die bey ihrer Erregung mitwirken, mit der allgemeinen Urſache der Bewegungen gezeigt, noch eine Reduction der mannichfaltigen Verſchiedenheiten in den Erſcheinungen auf ſeine Vorſtellungsart von der Wirkſamkeit der Elektricität in den Nerven und Muskeln verſucht, in dieſer Rückſicht iſt jeder längere Aufenthalt bey dieſer Theorie zweckwidrig.

D.

Fortſetzung der Unterſuchung über die Quelle der in dieſen Verſuchen wirkſamen Elektricität. Voltas Theorie, Ausführung und Erläuterung derſelben.

In dem bisherigen haben wir das Daſeyn einer freyen Elektricität der Metalle oder thieriſchen Theile, in welchen ſich dieſe Erſcheinungen zeigen, zweifelhaft zu machen geſucht. Es bleibt uns alſo nichts übrig, als anzunehmen, daſs dieſe Elektricität bey der Berührung

der Metalle unter einander und mit feuchten Theilen erst erregt, aus dem gebundenen Zustande in jenen der Wirksamkeit und der Fähigkeit ihre Elasticität zu äussern, und damit bey ihrer Durchströhmung durch Nerven als Nervenreiz zu wirken versetzt werde. Nun ist es aber ein durch alle unsere über die elektrische Materie angestellte Versuche und Erfahrungen begründetes allgemeines Gesetz: dass wo sich wirksame ihre Elasticität äussernde Elektricität zeigt, stets die entgegengesetzte Elektricität coexistirt, und dass sich + nur unter der Bedingung von — und umgekehrt — nur unter der Bedingung von + äussert, dass gleichsam kein einzelner elektrischer Pol für sich erweckt werden kann, sondern die Erweckung des andern eine nothwendige Folge oder Bedingung der Erweckung des erstern ist; wir sind also durch die Analogie berechtigt, auch in diesem Falle eine Stöhrung des Gleichgewichts des natürlichen Antheils der Elektricität, auf der einen Seite + auf der andern Seite — anzunehmen. Eine solche Theorie dieser Erscheinungen muss sich uns also vor allen andern empfehlen, die diesen Satz zum Grunde legt, und eine solche Stöhrung des Gleichgewichts des natürlichen Antheils der Elektricität eine solche Entbindung derselben annimmt, dass damit zugleich eine Ströhmung der Elektricität von einer Armatur zur andern gegeben ist. Wirklich scheint auch *Volta*, der mit grossem Kennerblick diesen neuen Gegenstand durchdrungen, und um seine weitere Aufklärung ohne Zweifel die grössten Verdienste hat, Winke zu einer solchen Theorie gegeben zu haben. Bis er selbst die Deutung dieser Winke mit-

mittheilt, und die Skizze seiner Theorie durch Anwendung derselben zur Erklärung der einzelnen mannichfaltigen Erscheinungen zu einem schönen Gemählde ausführt, wollen wir einen solchen Versuch wagen. *Volta* verwirft nehmlich eine den Organen, in welchen sich jene Erscheinungen zeigen, eigenthümliche Elektricität, eine in denselben bestehende ungleiche Vertheilung derselben, wie er anfangs angenommen hatte. Vielmehr behauptet er, dass die in diesen Versuchen wirksame Elektricität aus jeden feuchten Körpern, an welche zweyerley durch irgend eine Eigenschaft verschiedene Metalle angebracht werden, durch die gehörige Vereinigung dieser Armaturen bewegt und angezogen werde, und dass sie gleichsam durch einen Stoss gezwungen werde, von einem Theile in den andern überzugehen, einen Stoss, welchen sie in den von den Metallen berührten Stellen bekomme, der sie von der einen Seite forttreibt, und auf der andern Seite anzieht *n*). An einem andern Orte nennt er die Metalle Beweger (Motori) oder Erreger (Eccitatore) der Elektricität, weil sie mit ihren blossen mehr oder weniger ausgedehnten Berührungen und Anlegungen an andere minder vollkommene Leiter das Gleichgewicht der elektrischen Materie aufheben, solche aus der Ruhe und Unthätigkeit bringen, in der sie war, sie in Bewegung setzen und in Kreislauf bringen *o*). Bey der nähern Erläute-

n) Vorrede zu *Voltas* Schriften über die thierische Elektricität. S. 9 — 11.

o) Vorrede zu *Galvanis* Abhandlung. S. 22. 23.

W. z. U. V. C: Fortf. d. Unters. üb. d. Galv. Theorie, Anwendung, und

rung und Anwendung dieser Theorie kommt nun die Beantwortung folgender Fragen vorzüglich in Betracht:

I. Wie läßt sich mit *Voltas* Theorie die Annahme eines elektrischen Strohms von einer Armatur zur andern vereinigen, und ist etwa ein solcher nothwendig damit gegeben?

II. Läßt sich die von *Volta* den Metallen zugeschriebene Eigenschaft aus ihren schon längst bekannten Verhältnissen gegen die Elektricität ableiten, oder ist dieselbe auf irgend eine ihrer übrigen Eigenschaften reducibel; von was hängt die verschiedene Wirkungsart der Armaturen ab, und belehren uns die oben erzählten Versuche über das eigenthümliche Verhalten jeder einzelnen von den zwey Armaturen?

III. Welche Erscheinungen dienen zum Erweise, daß die in diesen Versuchen wirksame Elektricität nicht bloß aus den thierischen, sondern aus jeden beliebigen feuchten Theilen entbunden wird, und daß bloß Wasser und zweyerley Armaturen hinreichen, um diesen elektrischen Proceß rege zu machen?

Die Beantwortung der ersten Frage fällt sehr zu Gunsten *Voltas* aus. Da nehmlich nach *Volta* die eine von beyden Armaturen die Elektricität von dem Theile, an den sie angebracht ist, hinwegtreibt, und die andere Armatur eben diese entbundene und in Bewegung gesetzte Elektricität an sich zieht, so sieht man, daß damit nothwendig ein Strohm von Elektricität von einer Bewaffnung zur andern durch die zwischen ihnen enthaltene Leiter entsteht, daß ein wahrer Uebergang der Elektricität

d. in dies. Vers. wirks. Elektr. — Voltas Erläuterung derselben.

cität von einer Armatur zur andern statt findet. Darin liegt also ein Hauptvorzug der Theorie *Voltas*, daſs alle die Erscheinungen, welche unsere obige Hypothese, daſs das elektrische Fluidum die Ursache dieser Erscheinungen sey, und dieselbe dadurch hervorbringe, daſs sie von einer Armatur zur andern sich bewege, begründeten, daſs alle diese Erscheinungen sich ganz gut unter *Voltas* Theorie subordiniren lassen; sie dienen also zum Erweise derselben, oder sie zeigen die Nützlichkeit und Zweckmäſsigkeit der von *Volta* gewählten allgemeinen Formel, indem sich diese mannichfaltige Phänomene alle so leicht daraus herleiten und darauf reduciren lassen.

Bey der Beantwortung der zweyten Frage ist der angemessenste Plan derjenige, daſs wir zuerst das eigenthümliche Verhalten jeder einzelnen von den zwey auf verschiedene Art wirkenden Armaturen aus den obigen Erscheinungen zu bestimmen suchen, indem sich nur alsdann die Frage entscheiden läſst, ob die Eigenschaft, durch welche die Metalle in diesen Versuchen wirken, sich auf ihre bekannten Verhältnisse gegen die Elektricität reduciren lasse, oder ob wir eben damit ein neues Verhältniſs dieser Körper gegen das elektrische Fluidum kennen gelernt haben. Nach *Voltas* Meinung treibt von jeden zwey beliebigen Armaturen stets eine die Elektricität zurück, welche von der andern angezogen und eingesogen wird. Nun haben wir oben gesehen, daſs von zwey beliebigen Armaturen die eine immer ein etwas verschiedenes Verhältniſs als die andere zeige, und daſs diese Verschiedenheit eine gleiche durch alle

Arma-

Armaturen, die mit einander combinirt werden, hindurch ſey. Eben daher haben wir auch dieſe Verſchiedenheit mit einem gleichen Zeichen bezeichnet, und von zwey Armaturen die eine + die andere — genannt. Können wir nun für einen einzelnen Fall zeigen, daſs z. B. die — Armatur diejenige iſt, welche die Elektricität zurücktreibt, und die + Armatur diejenige, welche ſie an ſich zieht, und können wir zugleich darthun, daſs die Verſchiedenheit der Phänomene, auf welche unſere Eintheilung der Armaturen in + und — ſich gründete, von dieſer Verſchiedenheit in ihrem Verhältniſſe gegen die Elektricität abhängt, ſo können wir mit groſser Wahrſcheinlichkeit ſchlieſsen, daſs die verſchiedenheit des Verhaltens der zweyerley Armaturen durchaus von dieſem Umſtande, das heiſst, davon herrühre, daſs die — Armatur die Elektrizität zurücktreibt, die + Armatur dieſelbe an ſich zieht, und gleichſam einſaugt.

Volta beſtimmt zwar für einen Fall das eigenthümliche Verhalten jeder von den zwey Armaturen. Der Beſchreibung, die er von der Richtung des elektriſchen Strohms bey der Erregung der Lichtempfindung giebt, zufolge, kömmt nach ihm der Zinnarmatur die Kraft zu, die Elektricität fortzutreiben, und der Silberarmatur dieſelbe anzuziehen, indem er nehmlich dieſes Gefühl durch eine Elektrizitätsflüſſigkeit erregen läſst, welche aus dem Vordertheile des Auges, wo das Zinnblättchen angebracht iſt, gegen den Hintertheil, und von da in die Theile des Mundes, welche das Silber berührt, läuft, und auf dieſem Wege zugleich die Netzhaut und einen

grösſern

dieſes Verhalten wirkſamen Electr. Volta's derſelben.

gröſsern oder kleinern Theil des Sehenerven reizt *p*), und an einem andern Orte ſchreibt er ausdrücklich dem Silber das Geſchäft zu, die Elektricität an ſich zu ziehen und gleichſam einzuſaugen, dem Zinne dieſelbe abzuſetzen *q*). Man vermiſst aber die Gründe, auf welche ſich dieſe Behauptung ſtützt. Einige der oben, vorzüglich S. 94. 5. und S. 96. 2. angeführten Phänomene ſcheinen indeſſen die Data zur nähern Beſtimmung der verſchiedenen Wirkungsart für die zweyerley Armaturen von Silber und Zink zu enthalten, und die Gründe für *Voltas* Meinung herzugeben. Da nehmlich die Stärke des Effekts, das heiſst, die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen ſich nach der Menge der Elektricität richtet, die durch den Nerven ſtröhmt, ſo muſs bey übrigens gleicher Menge von Elektricität, welche die eine Armatur forttreibt, und die von der andern angezogen wird, die Lebhaftigkeit und Dauer der Zuckungen geringer ſeyn, wenn neben dem Nerven noch andere Leiter von der Armatur, die die Elektricität zurücktreibt, zu den feuchten Theilen, mit welchen die andere Armatur in Verbindung ſteht, führen; denn in dieſem Falle wird ein Theil der Elektricität ihren Weg durch dieſe Leiter nehmen, und folglich nur ein geringer Theil den Nerven reizen, und dieſem ſchwächeren Reize entweder ſchwä-

p) Vorrede zu ſeinen Schriften, S. 6. 7.

q) Vorrede zu Galvanis Abhandlung, S. 23. Hier iſt der Ausdruck a b ſ e t z e n (vielleicht durch den Fehler des Ueberſetzers) etwas zweydeutig. Man ſollte glauben, Volta nehme an, daſs die Elektricität aus dem Zinne komme.

ſchwächere oder gar keine Zuckungen mehr entſprechen. Nun aber trat dieſer Fall der Schwächung oder des Nichterſcheinens der Contractionen gerade dann ein, wenn von dem Zinke aus neben dem Nerven eine Ableitung zu den Theilen, mit welchen das Silber in Verbindung ſtand, geſchah; und auf der andern Seite entſtanden dieſe Zuckungen von neuen wieder, oder zeigten ſich mit gröſserer Lebhaftigkeit, wenn eine ſolche Iſolation unter den Zink und die Theile, welche er bewaffnete, angebracht wurde, daſs die Elektricität nun vorzüglich durch den Nerven zu den feuchten Theilen, mit welchen das Silber in Verbindung ſtand, geleitet wurde, folglich läſst ſich mit einiger Wahrſcheinlichkeit ſchlieſsen, daſs der Zink eigentlich die Elektricität forttreibt, und das Silber dieſelbe an ſich zieht. Da nun auch von zwey beliebigen andern Armaturen ſich die — Armatur unter den nehmlichen Umſtänden wie der Zink, und die + Armatur wie das Silber verhielt, ſo kann ich den Allgemeinſatz ausſprechen, daſs die + Armatur eigentlich die Elektricität an ſich zieht, und einſaugt, die — Armatur hingegen dieſelbe forttreibt. Damit ergiebt ſich nun auch die Schicklichkeit dieſer Bezeichnung, da die — Armatur gerade es iſt, die in dem Theile, an welchem ſie angebracht iſt, Mangel an Elektricität oder — E. hervorbringt, da hingegen auf der Seite der + Armatur Ueberfluſs von Elektricität oder + E. ſtatt findet.

Es fragt ſich nun, wie läſst ſich der Einfluſs der Vertheilung der zweyerley Armaturen auf die Lebhaftigkeit der

der Zuckungen ſowohl als der Empfindungen aus dieſer ihrer verſchiedenen Wirkungsart begreifen, und laſſen ſich überhaupt die Phänomene, aus welchen wir ſchon oben auf ein verſchiedenes Verhalten jeder von zwey beliebigen Armaturen geſchloſſen haben; auf dieſer ihr verſchiedenes Verhältniſs gegen die Elektricität, daſs nehmlich die eine dieſelbe anzieht, die andere forttreibt, reduciren. Eine ſolche Reduction der von S. 74 — 79. erzählten Phänomene wird weiter unten vorkommen, hier aber ſcheint der Ort zu ſeyn, den Zuſammenhang zwiſchen dem Effekte der Verſchiedenheit der Vertheilung und der Verſchiedenheit der Wirkungsart der zweyerley Armaturen zu zeigen. Der Einfluſs der Vertheilung äuſserte ſich nehmlich auf die Art, daſs der Effekt ſtärker war, wenn von den zwey verſchiedenen Armaturen die — Armatur unmittelbar an den Nerven, deſſen Reizung durch das elektriſche Fluidum die Erſcheinungen erregte, oder in einer gröſsern Nähe bey demſelben ſich befand, als die + Armatur, die die Muskeln oder einen andern ihnen analogen feuchten thieriſchen Theil bewaffnete, im umgekehrten Falle ſchwächer. Dieſer Unterſchied in der Stärke galt den obigen Verſuchen zufolge ſowohl für die Zuckungen als für die Empfindungen. Beſonders deutlich zeigte ſich der Einfluſs der Vertheilung in der Erregung der Geſchmacksempfindung, die ſehr merklich war, wenn die — Armatur (z. B. Zinn) an die mit Nerven reich verſehene Zungenſpitze angebracht wurde, während die + Armatur (z. B. Silber) die Mitte der Zunge, oder ſonſt einen beliebigen Theil der Mundshöhle oder auch das Auge

(s. o. S. 143.) bewaffnete, bey der umgekehrten Vertheilung hingegen entweder gänzlich fehlte oder sich doch sehr geschwächt zeigte. Auch *Volta* beobachtete den Einfluſs der Vertheilung der Armaturen auf die Geschmacksempfindung, nur daſs er, was doch gewiſs nur eine Verschiedenheit dem Grade nach ist, (was die Analogie mit den Erscheinungen, wodurch sich der Einfluſs der Vertheilung in den Versuchen über die Erregung von Zuckungen offenbarte, und der Umstand zur Genüge beweist, daſs nach *Voltas* eigenem Geständniſs bey der Bewaffnung des Auges mit Zinn, der Zungenspitze mit Silber k e i n e Geschmacksempfindung entsteht, die doch in diesem Falle alkalinisch seyn sollte, weil hier das Auge gleichsam das Analogon der Mitte der Zunge ist, weswegen auch bey der Anbringung des Silbers an das Auge, des Zinns an die Zungenspitze der Geschmack merklich sauer ist *r*), für eine Verschiedenheit dem Wesen nach ausgiebt, indem er den schwächern Geschmack einen alkalinischen nennt, und ihm noch die Prädikate „scharf, sich dem bittern nähernd" beylegt. Diese Verschiedenheit leitet *Volta* davon ab, daſs in dem einen Falle bey der Erregung des säuerlichen Geschmacks die Elektricität in den Nerven, in dem andern Falle aus den Nerven fliese *s*). Das letztere folgt zwar allerdings aus seiner Theorie, indem die Elektricität aus der Zungenspitze von dem Silber angezogen und eingesogen wird, aber wie Elektricität in die Nerven fliesen soll,

r) Siehe Vorrede zu Voltas Schriften, S. 6. 8.

s) a. a. O. S. 143.

d. is Vers. wirkſamen Elektr. – Volta's Leitung derſelben.

ſoll, läſst ſich mit ſeiner Hypotheſe nicht vereinigen. Sollte der Unterſchied in der Stärke der Zuckungen davon herrühren, daſs die Elektricität bald den Nerven abwärts gegen die Muskeln zu (einer Richtung, die, wenn man Einſtröhmen des Nervenprincips in die Muskeln als eine nothwendige Bedingung zur Erregung der Zuckungen anſieht, allerdings den Effekt begünſtigen müſste), bald aufwärts durchſtröhmt? Aber warum hat denn bey der Application der Armaturen an den bloſsen Nerven die Stellung derſelben keinen Einfluſs (ſ. oben S. 72.)? Oder kömmt vielleicht die verſchiedene Beſchaffenheit der Theile in der Rückſicht in Betracht, daſs ſich z. B. aus gewiſſen Theilen (den Nerven) das elektriſche Fluidum in reichlicherer Menge entwickeln lieſse, als aus andern Theilen *t*); und dieſs leitet uns auf die Beant-

t) Die Erſcheinungen, welche uns vom Einfluſſe der Vertheilung belehren, und einige andere erklären ſich leichter durch die Hypotheſe, von der Herr Hofrath Lichtenberg die Güte hatte, eine kurze Nachricht in den Göttinger Taſchenkalender für 1795 aufzunehmen (S. 191). Nimmt man nehmlich an, daſs die in dieſen Verſuchen wirkſame Elektricität durch die gehörige Vereinigung der Armaturen unter ſich ſo in Bewegung geſetzt werde, daſs ſie aus den feuchten Theilen in die eine Armatur ausſtröhmt, von dieſer in die andere Armatur überſtröhmt, und aus dieſer wieder in die feuchten Theile ein- und dahin zurückſtröhmt, von wo ſie urſprünglich ausgeſtröhmt war, nimmt man alſo eine wahre Circulation der Elektricität durch die beyden Armaturen und die zwiſchen ihnen befindliche feuchte Theile an, ſo laſſen ſich allerdings einige von den Erſcheinungen, welche auf ein verſchiedenes Verhalten der zweyerley Armaturen hindeuten, mit

W. z. u. V. d. Fortf. d. Unterf. üb. d. Ang. Volta'r Theorie, Aufführung

mit unsern übrigen Erfahrungen von der Elektricität sehr gut zusammenhängen. Jene Erscheinungen, aus welchen wir auf das Geschäft der — Armatur, die Elektricität hinwegzutreiben, und der † Armatur dieselbe an sich zu ziehen, geschlossen hatten, scheinen sich z. B. weit besser an die Vorstellungsart anzureihen, dass die Elektricität aus den feuchten Theilen in die † Armatur ausströhmt, und durch die — Armatur wieder in dieselbe einströhmt, und dahin zurückströhmt, von wo sie ausgeströhmt war, indem alsdann nothwendig der Effekt verstärkt werden muss, wenn das Silber, wie S. 94. 5., nun aus einer grössern Strecke die Elektricität entwickeln kann, und diese in das Zinn einströhmende und von da zu den Theilen, aus welchen sie entbunden war, zurückströhmende Elektricität gezwungen wird, vorzüglich durch den Nerven ihren Weg zu nehmen, hingegen die Zuckungen schwächer seyn müssen, wenn von dem Zinne neben dem Nerven nun eine gute Ableitung zu den Theilen, aus welchen die Elektricität entbunden worden war, statt findet. So begreift man nun sehr gut, warum bey der Anbringung beyder Armaturen an den Schwamm, so dass der Nerve zwischen ihnen enthalten ist, und ein Theil desselben von dem Schwamme bis zum Eintritt in den Schenkel frey durch die Luft geht, der Effekt so sehr verstärkt wird, wenn nun zwischen dem Schenkel und dem Theile des Schwamms, den das Silber bewaffnet, eine leitende Verbindung eintritt; denn nun wird durch das Silber auch aus den Muskeln Elektricität entwickelt, und diese folgt bey ihrem Zurückströhmen von der Zinnarmatur aus dem Nerven bis zu seinem Eintritt in den Schenkel, da vorher, als keine solche Verbindung mit der Gliedmaasse statt fand, und die Elektricität aus dem blossen Schwamme entwickelt wurde, diese auch grösstentheils von einer Armatur zur andern durch den

Schwamm

D. ü. dies: Hyp. würk. Elektr. u. Erklärung d. selb.

Problem, das Vermögen zu bestimmen und zu erklären, durch welches die Armaturen die Elektricität entbinden

Schwamm zurückströhmte; man begreift aber auch, warum, wenn der Schwamm bis zum Eintritt des Nerven in den Schenkel jenem unterschoben würde, der gute Effekt der leiten den Verbindung des Silbers mit der Gliedmaasse aufhörte, weil nun die Elektricität, statt durch den Nerven, durch den Schwamm zur Gliedmaasse zurückströhmte. — Da vorzüglich das plötzliche Einströhmen von Elektricität aus einem sehr guten Leiter in einen schlechtern ihre heftige Wirkungen veranlasst, weil sie nun einen starken Widerstand findet, so sieht man nun auch ein, warum bey der Application der — Armatur an den Nerven der Effekt am stärksten ist, weil die schnell aus dem bessern Leiter (dem Metalle) in den schlechtern (den Nerven) einströhmende Elektricität wegen des Widerstandes einen heftigen Reiz auf den Nervenstamm ausübt, der bey der Anbringung der — Armatur an die Muskeln bloss auf einzelne Nervensäserchen sich einschränkt. Durch diese Hypothese erklärt sich also auch sehr gut der Einfluss der Art der Vertheilung der beyden Armaturen an die Muskeln und Nerven, indessen ist sie vollkommen unzulänglich zur Erklärung einiger Hauptphänomene, vorzüglich der Entstehung der Erscheinungen der thierischen Elektricität, im Augenblicke des aufhörenden Contacts beyder Armaturen, überdiess lässt sich keine Ursache einer solchen Circulation einsehen, und daher scheint *Voltas* Hypothese, die die meisten Erscheinungen eben so gut, wie diese, und einige ganz allein erklärt, und welche sich in ihrer Bildersprache derjenigen, deren wir uns auch in der Lehre von der Elektricität noch so sehr bedienen müssen, am meisten nähert, allerdings Vorzüge, auch wenn sie nicht die Autorität eines solchen Physikers und besonders so grossen Elektrikers vor sich hätte. Eine vielleicht falsche Lesart der Voltaischen Meinung, nehmlich jene in welcher vom Einsaugen der Elektricität

W. r. u. V. d. Forts. d. unters. üb. d. Quelle d. Reizes, Ausführung u.

und in Bewegung ſetzen, wird verſchaffen können. Wir haben nehmlich oben geſehen, daſs die Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität ſich auf gleiche Art zeigen, wenn die Armaturen nicht unmittelbar an Nerven und Muskeln, ſondern an jede beliebige feuchte mit Waſſer durchdrungene Theile, die mit den Nerven und Muskeln in Verbindung ſtehen, angebracht werden. Aus unſerer Hypotheſe folgt alſo, daſs die hier wirkſame Elektricität eben ſo gut aus bloſsen naſſen Theilen durch die Kraft der Armaturen entbunden, und in Bewegung geſetzt wird, und da Waſſer das Gemeinſchaftliche aller der Theile iſt, deren Armirung bey übrigens ſonſt günſtigen Umſtänden jene Erſcheinungen erregt, da alle Körper durch die Vereinigung mit Waſſer in einen ſolchen für die Erregung dieſer Erſcheinungen günſtigen Zuſtand verſetzt werden, ſo ſcheint am Ende das Reſultat hervorzugehen, daſs eigentlich in dem Syſteme von zwey der beſten Leiter für die Elektricität, deren Leitungskraft ſelbſt aber noch verſchieden iſt, und von einem weniger vollkommenen Leiter dem Waſſer eine Stöhrung des Gleichgewichts der natürlichen Elektricität durch die gehörige Verbindung dieſer drey Körper mit einander entſteht, und daſs es die aus dem Waſſer in Bewegung geſetzte Elektricität eigentlich iſt, welche als ein bloſs zufälliger fremder, äuſserer Reiz auf den Nerven wirkt. *Volta u*) beruft ſich auf eigene Ver-

tricität durch das Silber und Abſetzen durch das Zinn die Rede iſt, nähert ſich noch am meiſten dieſer Vorſtellungsart.

u) Vorrede zu ſeinen Schriften. S. 9.

- ü. d. hier wirksam. Elektr. - Volta's Erklärung derselben.

Versuche, welche einen gleichen Elektricitätsübergang anzeigen, wenn Metalle von verschiedenen Gattungen an alle übrige nicht animalische Körper angebracht werden, auch an andere feuchte Körper, als Papier, Leder, Tuch u. s. w., welche im Wasser durchgeweicht wurden, und noch besser an das Wasser selbst. Sollten diese Versuche verschieden von denen, die ich oben an mehrern Orten (vorzüglich S. 89 — 106. und S. 162 — 175.) vorgetragen habe, seyn, und uns von einem solchen Elektricitätsübergang durch andere Elektroskope, als die Nerven, belehren, so wären sie allerdings von der grössten Wichtigkeit, und alsdann erst wäre der Gewinn für die Elektricitätslehre entschieden, während die Ansprüche der Physiologie auf diese Entdeckung eben damit ihr ganzes Fundament verliehren würden. Die Physiologie kann nehmlich so lange Aufklärung von diesen Erscheinungen aus erwarten, so lange die Frage nicht völlig entschieden ist, ob das hier wirksame Fluidum bloss aus den thierischen Theilen entwickelt werden kann, oder nicht. Im erstern Falle darf man immer noch mit Recht die Hoffnung hegen, dass dieses Fluidum in irgend einem geheimen Verkehr mit den Lebenskräften selbst stehen möchte, besonders da in denjenigen Theilen, aus welchen es entwickelt wurde, die Lebenskräfte sich vorzüglich wirksam zeigen, und da die Erscheinungen seiner Entwickelung Erscheinungen des Lebens sind (s. hievon noch weiter unten), im letztern Falle ist diess Fluidum eher als ein durch die ganze Natur wirksamer Stoff anzusehen, und wenn durch den erstern Fall der Glaube an Elektricität etwas

erschüttert wird, so wird er durch den letztern umgekehrt befestigt. Was nun vorzüglich der Meinung ein Gewicht zu geben scheint, daſs die Elektricität oder überhaupt das in diesen Versuchen wirksame Fluidum aus bloſsen mit Wasser durchdrungenen Theilen aller Art entwickelt werden kann, sind die S. 171. fg. erzählten Versuche. Wir haben nehmlich oben S. 104. 105. gesehen, daſs bey der Application der Armaturen an Körper die ebenfalls als Excitatoren sich verhalten, dieser elektrische Proceſs nicht auf gleiche Art rege wird, wie bey der Application an nassen Schwamm. Wollte man nun behaupten, daſs bey der Bewaffnung des nassen Schwamms die Elektricität nicht eigentlich aus diesem entbunden wird, sondern daſs der nasse Schwamm gleichsam nur den Conductor oder ein Medium vorstellt, durch welches die Armaturen auf die Nerven wirken können, aus denen das wirksame Fluidum eigentlich erst entwickelt würde, so müſste man auf der andern Seite zugeben, daſs die Metalle diese Einwirkung der Excitatoren verhindern, wenn durch sie die Verbindung mit den Nerven oder Muskeln geschieht, und daſs also kein Effekt entstehen könnte, wenn nicht diese mit den Nerven und Muskeln unmittelbar in Verbindung gebrachte Metalle vermöge ihrer eigenthümlichen Excitationskraft wirken. Nun wirkten in den oben S. 171 fg. erzählten Versuchen die Metalle, durch welche die Verbindung mit den Nerven und Muskeln geschah, keinesweges als Excitatoren, die Armaturen hingegen, welche an nassen Schwamm, der mit jenen in Verbindung stand, angebracht waren, erregten ganz den nehmlichen Effekt.

fekt, wie wenn ſie den Nerven oder die Muskeln ſelbſt bewaffnet hätten, folglich läſst ſich mit Wahrſcheinlichkeit behaupten, daſs das hier wirkſame Fluidum durch die Kraft der Armaturen eben ſo gut aus feuchten mit Waſſer durchdrungenen Theilen überhaupt, wie aus den thieriſchen Theilen, entwickelt werden kann. Damit haben wir alſo das Reſultat erhalten, daſs der elektriſche Proceſs, der den entfernten Grund der Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität enthält, durch die gehörige Vereinigung zweyer Armaturen unter ſich und mit dem Waſſer erregt wird. Ob uns nun gleich dadurch die nähere Natur dieſes Proceſſes noch nicht bekannt iſt, ſo haben wir uns doch die Auffindung derſelben ſehr erleichtert, da wir die Umſtände, die hier zuſammenwirken, auf ſo wenige einfache reducirt, und nun bloſs mit Stoffen zu thun haben, deren Eigenſchaften überhaupt und beſonders auch ihre Verhältniſſe gegen die Elektricität uns näher bekannt ſind. In dieſem Syſteme von Körpern haben wir eine Stöhrung des Gleichgewichts der Elektricität angenommen, die in dem Augenblicke der Berührung der beyden mit dem Waſſer gehörig vereinigten Armaturen unter ſich erfolgt. Dieſe Annahme eines geſtöhrten Gleichgewichts, in einer ununterbrochenen Kette von Leitern, ſcheint nun zwar den bekannten Geſetzen der Elektricität zu widerſprechen. Aber hüten wir uns, aus einer Eigenſchaft, die ſo verſchiedene Nüancen annimmt, welche eben ſo viele verſchiedenartige Erſcheinungen zur Folge haben, ſolche Schlüſſe zu machen. Eine Marmorplatte iſt auch kein iſolirender Körper, wie ganz andere Verhältniſſe gegen die Elek-

Elektricität hat sie aber als das Wasser, und mag dieses sich gegen die Metalle in Rücksicht auf Leitungskraft nicht etwa so verhalten, wie die Marmorplatte gegen das Wasser? Und folgt dann daraus, dass sich diese Erscheinungen nicht unter die Gesetze bequemen, die wir bisher in unsern Compendien vorgetragen haben, dass sie ein Werk unserer Phantasie, und nicht der Natur, sind? Wir müssen ja nie vergessen, dass unsere Lehre von der Elektricität kaum erst eine wissenschaftliche Form angenommen hat, und dass uns die Analogie der Elektricität mit andern Materien, z. B. mit der Wärmematerie, noch eine Menge merkwürdiger Verhältnisse ahnden läst, deren Kenntnis dieser ganzen Lehre, wie sie itzt besteht, und den Gesetzen, in die wir das Verhalten dieses Fluidums gezwungen haben, eine ganz veränderte Gestalt geben wird. Wie läst sich z. B. die merkwürdige Erfahrung des Herrn *Cutbbersons*, dass der Effekt einer Leidner Flasche so sehr verstärkt wurde, wenn man den unbelegten Theil der Flasche etwas von Feuchtigkeit beschlagen liess *v*), nicht abwischte, wie man bisher so sorgfältig that, wie läst sich diese merkwürdige Erfahrung mit unsern übrigen Sätzen vom Verhältnisse der Feuchtigkeit gegen die Elektricität zusammenhängen. Scheint sie nicht dem ersten Anblick nach damit im Widerspruch zu stehen? Und deutet sie nicht auf noch ganz unbekannte Verhältnisse der Feuchtigkeit gegen die Elektricität hin? Verdienen wir also Tadel,

wenn

v) Göttinger Taschenkalender für das Jahr 1795. S. 183. 184.

D. ü. diese Versuche wirksamen Electr. Erklärung derselben.

wenn wir auch in diesen Versuchen der Feuchtigkeit eine Rolle anweisen, von der wir bis itzt keine Erfahrung hatten, und den metallischen Körpern Kräfte zuschreiben, durch die sie uns von einer ganz neuen Seite merkwürdig werden. Freylich hat diese Zurückstofsungs- und Anziehungskraft gegen die Elektricität keine Analogie für sich, und ist auf die bis itzt bekannte Verhältnisse der Excitatoren gegen die Elektricität irreducibel, und diefs mufs allerdings einigermaafsen mifstrauisch machen. Auch bleibt es immer sonderbar, dafs einerley Armatur, je nachdem sie bald mit dieser, bald mit jener in Verbindung kömmt, bald die Elektricität zurücktreibt, bald an sich zieht. Indessen liefse sich dafür noch ein Ausweg finden, wenn man den Haufen der Excitatoren in zwey Klassen theilte, wovon die eine Hälfte, nehmlich die Erze und edlen Metalle, mit der Kraft die Elektricität anzuziehen, die andere Hälfte mit der Kraft, sie zurückzutreiben, begabt wäre, und dafs die Körper einer Klasse sich von einander in Rücksicht auf die Stärke dieser Kraft unterschieden. Auf diese Art würde man begreifen, wie bey der Combination zweyer Armaturen aus einer Klasse dennoch auf eine ähnliche Art eine Stöhrung des Gleichgewichts statt fände, indem auf der Seite derjenigen Armatur, die mit einer gröfsern Anziehungs- oder Zurückstofsungskraft begabt wäre, bald + bald —, und als eine nothwendige Folge hievon ebenfalls ein Strohm von Elektricität von einer Armatur zur andern, und auf der Seite der andern Armatur im einen Falle — im andern + entstehen müfste.

— Sind wir nun gleich für itzt nicht im Stande, genauere Rechenschaft von dem Verhalten der Excitatoren und des Wassers gegen einander zu geben, und diese elektrische Erscheinung auf die bis itzt bekannte allgemeinere Elektricitätsphänomene zu reduciren, so darf uns diess doch keineswegs bewegen, unsere gewählte Vorstellungsart aufzugeben, so lange sich jene mannichfaltige Erscheinungen alle so gut mit ihr vereinigen, und aus ihr wie aus einer allgemeinen Formel deduciren lassen, und diese Leichtigkeit der Reduction wird sich auch sehr schön bestätigen, wenn wir die S. 74. und fg. erzählte interessante Erscheinungen mit unserer Hypothese zusammenhalten. Nimmt man einmal an, dass durch die gehörige Anbringung von zweyerley Armaturen an feuchte Theile, und Verbindung dieser Armaturen mit einander das Gleichgewicht der Elektricität in diesen feuchten Theilen gestöhrt werde, und so lange die Verbindung dieser Armaturen fortdauert, diese Stöhrung ebenfalls fortdaure, so muss man auf der andern Seite auch zugeben, dass, sobald diese Ursache aufhört, das Gleichgewicht auch wieder hergestellt werde. Nun begreift man, warum überhaupt im Augenblicke des Aufhörens der Berührung beyder Armaturen die Erscheinungen der thierischen Elektricität so gut erregt werden, als im Augenblicke der Berührung (S. 74. 145.) Denn in diesem Falle findet ein ähnlicher elektrischer Strohm von einer Armatur zur andern wie im erstern Falle, nur aber nach einer andern Seite, statt. Die Elektricität nehmlich ist im Silber nur gleichsam unter

dem

dem Schutze des Zinns *w*) angehäuft. Das Zinn äufsert seine Zurückstofsungskraft, und das Silber seine Anziehungskraft (und diefs gilt für jede zwey beliebige Armaturen) nur als eine Folge der wechfelsweifen Berührung unter einander; fobald mit dem Aufhören derfelben das Silber den Schutz des Zinns, das Zinn den Schutz des Silbers verliehrt, fo ftellt fich das Gleichgewicht wieder her, d. h. die Elektricität ftröhmt vom Silber, wo fie + war, wieder zu der Stelle, die vom Zinne bewaffnet ift, und wo — ftatt findet, zurück, fie reizt alfo auf ihrem Rückgange von neuem den Nerven, und eine Folge diefes Reizes ift dann wieder eine Zukkung oder eine jener eigenthümlichen Empfindungen. Zugleich begreift man nun auch, warum nach Verfchiedenheit der Vertheilung der zweyerley Armaturen an Muskeln und Nerven der Effekt bald im Augenblicke des Aufhörens der Berührung beyder Armaturen fehr ftark, bald fehr fchwach ift. Die Zuckungen waren nehmlich fehr lebhaft, wenn das Silber oder überhaupt diejenige Armatur, welche die Elektricität anzog und einfaugte, den Nerven, das Zinn hingegen oder diejenige Armatur, welche die Elektricität zurück trieb, an die Muskeln angebracht

w) Hat vielleicht der achtungswerthe Herr Recenfent meiner Differtation in der Tübinger gelehrten Zeitung hierin ein Analogon vom Condenfator gefunden, fo dafs der fchlechtere Leiter, nehmlich das Zinn, gleichfam den Halbleiter des Condenfators vorftellt, und dafs unter deffen Einflufs in dem beffern Leiter, dem Silber, die Elektricität der Feuchtigkeit condenfirt werde?

gebracht war, bey der umgekehrten Vertheilung aber waren ſie ſehr ſchwach oder entſtanden gar nicht. Im erſtern Falle ſtröhmte nehmlich alle Elektricität, welche das Silber unter dem Schutze des Zinns eingeſogen hatte, beym Aufhören dieſes Schutzes d. h. beym Aufhören der Berührung, plötzlich wieder in den Nerven über, und dieſe ſchnell und in Maſſe überſtröhmende Elektricität muſste nothwendig einen heftigen Reiz auf den Nerven ausüben, bey der umgekehrten Vertheilung ſtröhmte hingegen dieſe Elektricität auf die Muskeln über, wo ſie nur wenige Nervenfäſerchen auf der Oberfläche reizte, denn der Reiz, den die Elektricität bey der Durchſtröhmung durch den Nervenſtamm (die allerdings auch in dieſem Falle eintrat) ausübt, muſs aus leicht einzuſehenden Gründen demjenigen weit nachſtehen, der eine Folge ihrer Ueberſtröhmung in Maſſe aus den vollkommenſten Leitern in weniger vollkommene iſt. Es erklärt ſich nun auf ähnliche Art ebenfalls die bedingte Entſtehung der Zuckungen im Augenblicke des Aufhörens der Berührung der einen Armatur mit den Muskeln (S. 77.), dann nehmlich, wenn das Silber oder überhaupt das anziehende Metall die Nervenarmatur, das Zinn oder das zurücktreibende Metall die Muskelarmatur ausmachte. Im Falle des Aufhörens der Berührung der Muskeln durch dieſes letztere hörte nehmlich zugleich der Schutz auf, unter dem das erſtere + E. auf ſeiner Seite erhielt, alles + E. ſtröhmte alſo wieder aus dem Silber in den Nerven und die Muskeln zurück, und der dadurch entſtehenden Nervenreizung entſprachen lebhafte Zuckungen. Bewaffnete hingegen das Silber die Muskeln, ſo

erfolg-

erfolgte auf seine Entfernung bloss wieder jener schwächere Muskelreiz, und daher entweder keine, oder, in seltenen Fällen, schwache Zuckungen.

Es ergiebt sich demnach folgende allgemeine Formel für den ursachlichen Zusammenhang der Erscheinungen der thierischen Elektricität und der Bedingungen, unter denen sie entstehen:

Bey der Anbringung von zweyerley Armaturen an feuchte Theile und gehöriger Verbindung dieser Armaturen an einander, wird das Gleichgewicht der Elektricität in den feuchten Körpern, die zwischen beyden Armaturen enthalten sind, und von ihren Oberflächen berührt werden, gestöhrt, auf der einen Seite entsteht + auf der andern —, und diese Stöhrung des Gleichgewichts erfolgt, indem die Elektricität von der einen Armatur zurückgetrieben wird, und zu der andern ströhmt, von der sie angezogen wird, es findet also zwischen den zweyerley Armaturen ein wahrer elektrischer Strohm statt, und wenn dieser durch Nerven seinen Lauf nimmt, so erregt er durch Nervenreizung die Erscheinungen der thierischen Elektricität; das gestöhrte Gleichgewicht wird wieder hergestellt, wenn die Berührung beyder Armaturen unter einander oder mit den feuchten Theilen aufhört, die Elektricität ströhmt nun von der Armatur, wo sie sich angehäuft hatte, wieder zu den Theilen, die von der andern Armatur bewaffnet sind, und wo sie mangelt, zurück *x*), es findet also auch hier ein wahrer elek-

x) Alles diess läst sich nun sehr leicht auch in die Sprache, die

elektrischer Strohm von einer Armatur zur andern statt, und wenn dieser auf seinem Wege Nerven antrifft, so erscheinen ebenfalls die Erscheinungen der thierischen Elektricität.

Die obigen Erscheinungen können also nur im Augenblicke der Berührung und des Aufhörens der Berührung beyder Armaturen entstehen, und können sich bey fortdauernder Berührung nicht wiederholen, so wenig sich die Zuckungen wiederholen, wenn ein Nerve von einem einströhmenden Funken positiv oder negativ elektrisirt bleibt. *Volta y)* nimmt zwar, um die Fortdauer der Geschmacksempfindung, so lange die Berührung des Zinns und Silbers anhält, zu erklären, zur Annahme eines unaufhörlich fortwährenden Uebergangs der elektrischen Materie von einem Orte auf den andern seine Zuflucht. Man sieht aber keinen Grund ein, warum nicht die eine Armatur gleich im Anfange so viele Elektricität zurücktreiben sollte, als sie im Stande ist, und dann müssten aus dem nehmlichen Grunde, bey fortdauernder Berührung der Armaturen unter einander, die Zuckungen anhaltend fortdauern, was doch nur beym gelinden Reiben der Armaturen an einander der Fall ist. Es scheint also die Fortdauer der Geschmacksempfindung vielmehr davon abzuhängen, dass wegen der unvermeidlichen zitternden Bewegung der Zunge zwischen beyden Arma-

die sich zweyer Materien zur Erklärung der elektrischen Erscheinungen bedient, übersetzen.

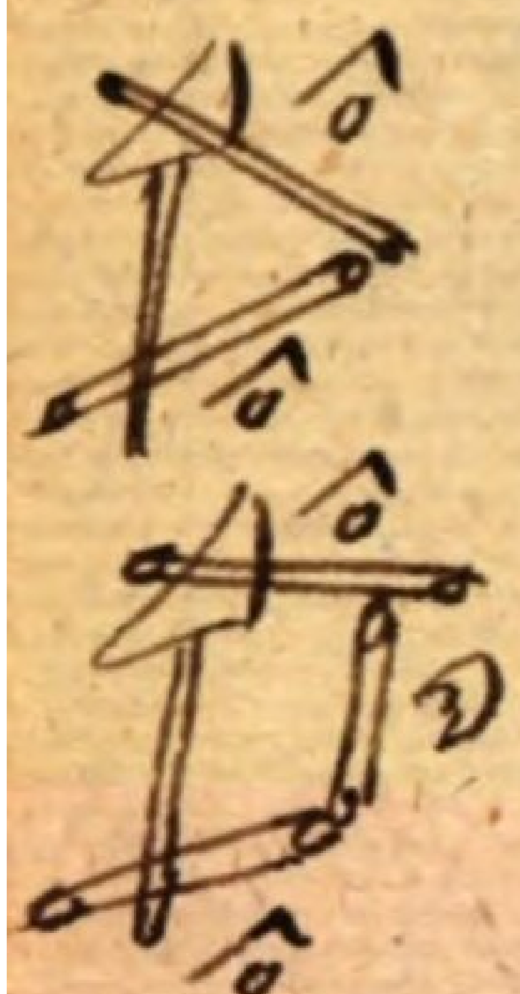
y) a. a. O. S. 142.

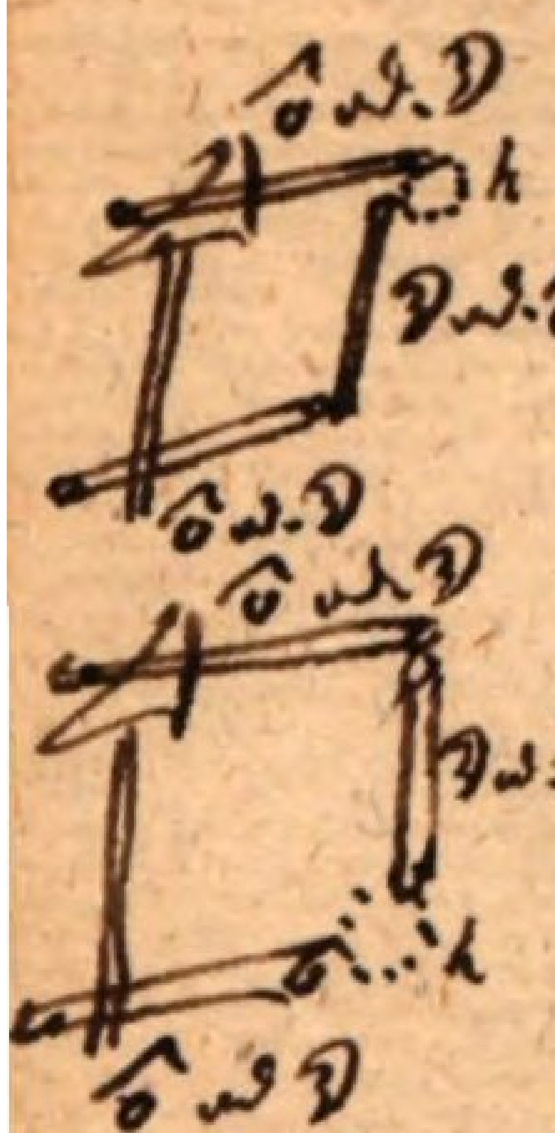
Armaturen die Berührung dieser unter sich und mit der Zunge so, oder anderst, verändert, und folglich in jedem Augenblicke das Gleichgewicht bald gestöhrt, bald wieder hergestellt wird, was dann jedesmal die Erregung der Geschmacksempfindung zur Folge hat, die uns eben wegen der häufigen Wiederholung anhaltend zu seyn scheint. Merkwürdig bleibt indessen immer der verschiedene Effekt, der leicht und lose und der mit einiger Gewalt geschehenden Bewegung der Armaturen über, und der losen und der durch Andrücken innigern Berührung der Armaturen unter einander, welche letztere Verschiedenheit, besonders in den oben S. 25 fg. erzählten Versuchen ihren Einfluss äusserte, einen Einfluss, der sich auch durch noch andere oben nicht angeführte Versuche bestätigte, welche um so mehr eine kurze Erwähnung verdienen, da sie uns ebenfalls von der wichtigen Rolle, die das Wasser in diesen Versuchen überhaupt spielt, belehren. Unterlegt man dem Nerven einer vom Rumpfe losgetrennten Gliedmaasse z. B. eine Silberarmatur, und bringt mit dieser ein Stück Zink in Berührung, doch so dass dieses weder mit Feuchtigkeit, noch durch diese mit den Muskeln in Verbindung ist (was man durch Unterlegung einer trockenen Glasplatte verhütet), so zeigen sich nur schwache, und nach einiger Zeit, (wenn die Reizbarkeit allmählich abnimmt,) keine Zuckungen mehr, wenn man mit einem Silberexcitator, der die Muskeln bewaffnet, die Silberarmatur des Nerven unmittelbar oder auch den Zink, der mit dieser in Verbindung ist, berührt, weil in diesem Falle zwey gleichartige Armaturen mit einander wirken, deren Ef-



fekt

fekt, wie wir wiſſen, immer ſehr ſchwach iſt, und keinesweges verſtärkt wird, wenn auch die Verbindung derſelben durch ein Metall geſchieht, das ſonſt als Excitator gebraucht (d. h. mit den thieriſchen Theilen unmittelbar in Berührung gebracht,) mit einer ſolchen Armatur einen ſehr lebhaften Effekt hervorbringen würde. Die nehmliche ſchwache Wirkung zeigt ſich auch, wenn man ſtatt des Silbers Zink zur Nervenarmatur gebraucht, damit eine Silbermünze auf die nehmliche Art, wie dort den Zink mit der Silberarmatur, in Verbindung ſetzt, und nun mit dem Zinkexcitator der Muskeln die Zinkarmatur oder das Silber berührt. In beyden Fällen entſtehen aber ſogleich ſehr lebhafte Zuckungen und zeigen ſich, da ſie auf die vorige Weiſe nicht mehr erregt werden könnten, ſogleich wieder mit neuer Stärke, wenn ein naſſes Schwammſtück auf die Nervenarmatur und das andere Metall, das damit in Verbindung ſteht, gelegt wird, und nun der die Muskeln bewaffnende Excitator, der im einen Falle von Silber, im andern Falle von Zink iſt, das mit der Nervenarmatur in Verbindung ſtehende Metall, und folglich im erſtern Falle den Zink, im zweyten das Silber berührt, es zeigte ſich aber auch itzt wie vorher kein Effekt, wenn der Excitator die mit ihm gleichartige Nervenarmatur berührte. Hier ſcheint alſo der nehmliche Fall ſtatt zu finden, wie, wenn ein Excitator ein Schwammſtückchen bewaffnet, das mit dem Nerven durch ein beliebiges Metall in Verbindung ſteht, nur mit dem Unterſchiede, daſs die hier wirkende Schwammarmatur zugleich die metalliſche Unterlage des Nerven berührt. Es wirken nehmlich im einen





Falle das Silber und der die Muskeln bewaffnende Zinkexcitator, im andern Falle der Zink und der die Muskeln bewaffnende Silberexcitator mit einander, und durch den Beytritt der Feuchtigkeit wird der elektrische Procefs vermittelst dieser günstig mit einander wirkenden Armaturen sogleich wieder rege. Merkwürdig ist es nun, dafs dieser elektrische Procefs nicht entsteht, oder dafs der angezeigte Effekt sich nicht zeigt, wenn die beyden Metalle, auf welchen das nasse Schwammstück sich befindet, durch einen beliebigen leitenden oder nicht leitenden Körper fest an einander angedrückt werden, und somit ein inniger Contact derselben unter einander hervorgebracht wird, da umgekehrt die Zukkungen dann vorzüglich lebhaft sich zeigen, wenn jenes durch den Muskelexcitator mit der Nervenarmatur in Berührung stehende Metall, und somit zugleich auch das Schwammstück, das sich auf beyden Metallen befindet, auf der Nervenarmatur gelinde hin und her bewegt wird. Die Erklärung dieses Phänomens reiht sich an die Erklärung einiger andern Phänomene, deren Reduction auf unsere Hypothese wir noch nicht versucht haben, an. Ehe wir aber ein Paar Worte hievon sagen, wollen wir erst einige Einwürfe gegen die Meinung, dafs Elektricität die Ursache dieser Erscheinungen sey, prüfen und zu widerlegen suchen.

E.

Prüfung einiger Einwürfe gegen die Meinung, dass Elektricität die Ursache dieser Erscheinungen sey. Versuche mit dem Elektrometer und Condensator. Fowlers Meinung. Gedanken einiger andern Naturforscher.

Fowler hat besonders einige wichtige Zweifel gegen die elektrische Natur dieser Phänomene aufgestellt z). Er gesteht zwar selbst die grosse Aehnlichkeit derselben mit elektrischen zu, und vergleicht sie in dieser Rücksicht vorzüglich mit den Erscheinungen der elektrischen Fische. Demungeachtet verwirft er die Meinung, dass Elektricität, sie komme nun aus den Metallen oder thierischen Theilen, als Ursache hier wirke, aus folgenden Gründen:

1. Kohle verhalte sich keinesweges als Leiter für diese Influenz, da doch feuchte thierische Theile aller Art diese Influenz vortreflich leiten, die der Kohle in Leitungsfähigkeit für Elektricität so weit nachstehen müssen. Dieser Einwurf verliehrt nun seine ganze Kraft, da neuere Versuche gelehrt haben, dass die Kohle Excitationskraft für dieses Fluidum besitzt, und folglich, wenn *Fowler* die Excitatoren als Leiter dieses letztern angesehen haben will a), die feuchte Theile an Leitungskraft

z) Experiments and Observations S. 44 — 60.

a) Dass diess wirklich seine Meinung sey, beweist S. 16. 17. seiner Schrift, wo er die Erze der Metalle schlechtere Conducto-

kraft für daſſelbe übertrifft, indem feuchte Theile allein nicht im Stande ſind, dieſs Fluidum von einem Orte zum andern zu leiten. Dieſe, mit der Kohle angeſtellte Erfahrung dient alſo, in *Fowlers b)* Sinn ausgelegt, zu einer Stütze der Elektricitätstheorie dieſer Erſcheinungen.

2. Einen zweyten Einwurf ſucht *Fowler* in dem Phänomen, daſs zwey Metalle unter Queckſilber, das die Bauchhöhle ausfülle, und durch das ſie alſo mit den Cruralnerven communiciren, gehörig vereinigt, keine Zukkungen erregen, die doch erfolgen, wenn nun Waſſer an die Stelle des Queckſilbers trete, aber ſonſt alle Umſtände die nehmlichen bleiben. Daraus folge alſo, daſs das Waſſer ein beſſerer Leiter für dieſe Influenz als das Queckſilber ſey, dieſe Influenz könne alſo nicht Elektricität ſeyn, weil ſich ſonſt die Sache umgekehrt verhalten müſste. Sobald man aber annimmt, daſs in allen dieſen Verſuchen die Metalle nicht ſowohl als Leiter, ſondern vielmehr als Erreger der Elektricität wirken, und daſs ſie die Elektricität nur aus feuchten Theilen, kurz nur aus dem Waſſer, nicht aber aus Metallen ſelbſt in Bewegung ſetzen können, ſo begreift man leicht, warum Queckſilber hier unwirkſam war, ohne ſeine geringere Leitungskraft für dieſes Fluidum anzuklagen, Waſſer hingegen den Effekt hervorbrachte.

ductoren dieſer Influenz als die vollkommenen Metalle, und die Nonconductoren der Elektricität auch Nonconductoren dieſer Influenz nennt.

b) a. a. O. S. 47. 48. 49.

3. *Fowler* beruft sich ferner vorzüglich auf die abwesende Reaction des Elektrometers auf Elektricität in diesen Versuchen. Er bemerkte nie irgend eine Veränderung in den Härchen einer Maus, kein wechselsweises Anziehen und Zurückstosen, diese mochten nun auf die Metalle, die Nerven oder Muskeln gebracht werden; auch wurden aufgehängte Faden von Flachs auf keine Art verändert, wenn isolirte Frösche so nah als möglich an sie gebracht, und Contractionen in ihnen hervorgelockt wurden, und Goldblättchen, die zwischen beyden metallischen Bewaffnungen sich befanden, zeigten keine Spur von Elektricität an, da diese Bewaffnungen sich einander genähert wurden, um Zuckungen zu erregen. Die Wahrheit dieser Thatsachen läst sich nicht bezweifeln, da beynahe alle Schriftsteller in der Behauptung aller Abwesenheit der Reaction des Elektrometers in diesen Versuchen übereinkommen. Nur *Valli* führt einige widersprechende Phänomene an, indem er das einemal ein wechselsweises Erheben und Wiederanlegen der Haare einer Maus, die er in die Bewaffnung der Nerven von mehrern Fröschen gebracht hatte, bemerkt haben will, da er mit einer silbernen Gabel die Bewaffnung und die Muskeln berührte *c*), und in einem andern Fall sich bey einer Maus, deren vordere Füsse er bewaffnet hatte, die Haare der Haut aufrichteten, und wie durch einen Lufthauch bewegten, da er den Conductor der Haut näherte *d*). Diese zwey Beobachtungen verdienen

c) Aufklärungen u. s. w. a. a. O. S. 187.

d) Experiments on animal Electricity. S. 16.

nen aber keine Aufmerksamkeit, um so mehr, da *Valli* die erstere in seine neuere Schrift, in der er doch seine übrige vorher bekannt gemachte Erfahrungen sammelte, nicht wieder aufnahm, und bey der letztern selbst eine unbemerkte Friction als die Ursache der Erscheinung im Verdacht hat. Meine eigenen Versuche haben mich auch hinlänglich überzeugt, dass die in diesen Versuchen wirksame Elektricität wenigstens durch das blosse Elektrometer sich nicht offenbart. Ich stellte diese Versuche unter den günstigsten Umständen mit einem sehr empfindlichen Bennetischen Elektrometer an, ohne auch nur die geringste Spur von Veränderung in den Goldblättchen zu bemerken. Ich legte bald die Gliedmaasse mit dem Nerven, der eine Zinkarmatur erhielt, auf die Messingplatte des Elektrometers, und erregte durch die wirksamste Excitatoren die lebhaftesten Zuckungen, bald bediente ich mich der Messingplatte selbst als Muskeln- oder Nervenarmatur mit verschiedenen Excitatoren, bald brachte ich Zink an ein nasses Schwammstück, das bloss durch die Messingplatte mit dem Nerven in Verbindung stand, und erregte durch Berührung des Zinks mit Silber das die Muskeln bewaffnete, Zuckungen, aber immer ohne alle Wirkung. Eben so zeigte sich keine Veränderung in dem Goldblättchen, da ich ein grosses Stück Schwamm auf die Messingplatte, und an dieses zweyerley sehr günstig mit einander wirkende Armaturen brachte, so wenig im Augenblicke ihrer Vereinigung als im Augenblicke des Aufhörens derselben. Um die Folgerung aus diesen Versuchen auf Abwesenheit der Elektricität hinweg zu räumen, konnte man anneh-

men, daſs hier ein ſo ſchwacher Grad von Elektricität wirke, daſs er nur durch das empfindlichſte aller Elektrometer, nehmlich den Nerven, angezeigt werden könne. Indeſſen ſcheint dieſer Annahme die Erfahrung zu widerſprechen, daſs die Elektricität von nur leicht geriebenen Glas und Siegellackſtangen, die eine heftige Wirkung auf das Elektrometer hat, ſo daſs die Blättchen deſſelben ſchon bey der bloſsen Näherung dieſer elektriſirten Körper bis an die Wände anſchlagen, den Nerven ſelbſt nicht ſo zu reizen im Stande iſt, daſs eine merkliche Zuckung darauf erfolgt *e*). Und geſetzt, die Elektricität wirke nur wegen ihrer Schwäche nicht auf das Elektrometer, ſo ſollte ſie doch für daſſelbe empfindlich gemacht werden können, wenn man den Condenſator zu Hülfe nimmt. In dem einzigen Verſuche, der, ſo viel ich weiſs, öffentlich bekannt gemacht worden iſt, ſchien auch die Anwendung des Condenſators von einem ſolchen Erfolge begleitet zu ſeyn: Er iſt in der kleinen Schrift „Etwas über die Kuren des Herrn Gr. v. Thun, aus phyſikaliſchen und mediciniſchen Geſichtspunkten betrachtet. Leipzig 1794. (von Kühn)“ S. 19. 20. mit dieſen Worten beſchrieben: „Es iſt zum Erſtaunen, welcher geringe und faſt ganz unbedeutende Grad freyer Elektricität dadurch (nehmlich durch den nach *De Lucs* Vorſchrift eingerichteten Condenſator) ſehr merklich gemacht werden kann. Bey den *Galvaniſchen* Verſuchen z. B. wo die meiſten Aerzte

e) *Valli* Experiments S. 161 — 170.

Aerzte und Naturforſcher, die ſie wiederholt und davon geſchrieben haben, keine Spur von Elektricität zu entdecken im Stande waren, habe ich das mit dieſem Condenſator verbundene Bennetiſche Mikroelektrometer ſeine Goldblättchen bis an die Seitenwände des Glascylinders von einander treiben ſehen. Es waren bey dieſem Verſuche 8 Fröſche auf eine ähnliche Art, wie die Flaſche einer elektriſchen Batterie, mit einander verbunden. Die von *Galvani* ſo benannten Muskelleiter waren mit der einen metallenen Scheibe des Condenſators in Verbindung gebracht. Auf die Nervenleiter wurde eine iſolirte ſilberne Sonde aufgeſetzt, und die nehmliche Scheibe abſatzweiſe damit berührt. Es entſtanden jedesmal Zuckungen in allen 8 Fröſchen, nachdem dieſe Zukkungen 10 bis 12 mal auf dieſe Weiſe erregt worden waren, ſo wurden beyde metallene Scheiben gleichförmig von der zwiſchen ihnen befindlichen Taffetfläche abgezogen, und nun gab das Bennetiſche Elektrometer den erwähnten beträchtlichen Ausſchlag. Zweymal wurde dieſer Verſuch mit dem nehmlichen Erfolge im Beyſeyn des Herrn Profeſſor Hindenburg, des Herrn Prof. Fiſcher, des Herrn Dr. Klooſe, des geſchickten Wundarztes Hrn. Eckholdts, und einer Menge von Zuhörern des Herrn Prof. Fiſcher wiederholt.“ Dieſer Verſuch beweiſt indeſſen nicht ganz überzeugend, was der Erzähler daraus gefolgert hat, ſo fern ſich für die Elektricität, die hier ihr Daſeyn unläugbar verrieth, noch eine andere Quelle angeben läſst, als die thieriſchen Theile und die mit ihnen vereinigten Armaturen. Bedenkt man nehmlich, wie leicht der Taffet bey dem ge-

lindeſten Reizen elektriſch wird, ſo kann man nicht ohne Grund alle Elektricität des obern Deckels bloſs als eine elektrophoriſche anſehen, indem die Elektricität des Taffets durch das gelinde Reiben, das bey jeder Berührung des obern Deckels mit der ſilbernen Sonde der Nervenleiter ſtatt fand, rege gemacht wurde, und eine Vertheilung in dem obern Deckel bewirkte, deren Effekt eine bleibende Elektricität ſeyn muſste, weil der Deckel zugleich von einem ableitenden Körper berührt wurde. Indeſſen war die gewählte Methode überhaupt gut, um die kleinſten Grade der in dieſen Verſuchen rege gemachten Elektricität auch fürs Elektrometer empfindlich zu machen, und ich wiederholte daher den Verſuch, wozu mir bey meiner Anweſenheit in Kiel Herr Profeſſor *Schrader* hülfreiche Hand leiſtete. Zur Vermeidung der Umſtände, welche das Reſultat jenes Verſuchs nothwendig ungewiſs machen muſsten, bedienten wir uns des vom Herrn Hofrath *Lichtenberg* ſo ſinnreich angegebenen einfachen Luftcondenſators. Die dünne Luftſchichte bereiteten wir uns durch kleine Stückchen Glas, durch die der obere Deckel auf dem untern aufruhte. Mit dem obern Deckel, der mit Stanniol überzogen war, wurde die aus einem Stanniolſtreifen beſtehende Nervenarmatur der Gliedmaaſsen von 6 Fröſchen, die auf einer Glasplatte lagen, in Verbindung gebracht, zur Muskelarmatur gebrauchten wir Silbermünzen, und zum Entlader einen Silberdrath. So oft nun der obere Deckel des Condenſators mit dem Entlader berührt wurde, zeigten ſich Zuckungen in den Gliedmaaſsen, wir erregten dieſelben zwanzig und mehrere-

reremale nach einander, und doch zeigte nun das Elektrometer, an das der obere Deckel angebracht wurde, keine Spur von Elektricität, die Goldblättchen bewegten sich auch nicht im geringsten von einander. Merkwürdig ist es nun allerdings, dass sich die Spuren der Elektricität auf keine andere Art, als durch die Veränderungen in den thierischen Theilen selbst, und durch die Verhältnisse gegen die Körper überhaupt, so fern sie diess Fluidum durch sich durchgehen lassen oder nicht, verrathen, durch das Elektrometer hingegen nicht dargestellt werden können. Hierauf könnte man, da der geringe Grad von Elektricität nicht wohl Schuld daran seyn kann, nun allerdings einen Einwurf gegen unsere Meinung bauen. Man könnte nehmlich zugeben, dass das hier wirksame Fluidum allerdings Analogien mit dem elektrischen hat, aber doch dabey annehmen, dass es specifisch von dem elektrischen verschieden sey, und dass daher seine Unwirksamkeit aufs Elektrometer rühre, welches allein auf eine untrügliche Art Elektricität anzeige. Diese Unwirksamkeit der Elektricität auf das Elektrometer erklärt sich aber ganz gut nach unserer Hypothese, und ist eine nothwendige Folge von dem, von uns angenommenen, Verhalten dieses Fluidums in den bekannten Versuchen. Alle Elektricität nehmlich, die in Bewegung gesetzt wird, wird von der einen Armatur angezogen, und gleichsam gebunden, und kann also weder durch Vertheilung noch durch Uebergang auf die Goldblättchen wirken, und eben so wenig im Deckel des Condensators angehäuft werden. Es kann also im Augenblicke der Berührung keine Wirkung aufs Elektrometer entstehen

hen, und eben ſo wenig im Augenblicke des Aufhörens der Berührung, ſo wenig eine Leidner Flaſche beym Losſchlagen das Elektrometer afficirt. Das Syſtem von feuchten Theilen und gehörig mit ihnen vereinigten Armaturen ſtellt alſo gleichſam eine Leidner Flaſche vor, die im Augenblicke der Berührung beyder Armaturen unter einander entſteht, und im Augenblicke des Aufhörens der Berührung ſich losſchlägt, eine Leidner Flaſche die ohne äuſsern Zufluſs von Elektricität in jedem Augenblicke aus dem elektriſchen Vorrath der bewaffneten feuchten Theile wieder hergeſtellt werden kann.

4. Einen Haupteinwurf gegen die elektriſche Natur des in dieſen Verſuchen wirkſamen Reizes findet *Fowler* in der Wirkung deſſelben auf die Muskularfaſern, deren Reizbarkeit, ſtatt durch die vermittelſt dieſes Reizes erregten Zuſammenziehungen erſchöpft zu werden, vielmehr erhalten und erhöht werde, da doch alle andere Reize, vorzüglich der elektriſche, durch die Erregung von Zuſammenziehungen zugleich die Kraft, von welcher dieſelbe abhängen, ſchwächen, das Oxygen allein ausgenommen, das ſich in dieſer Rückſicht mit dem Galvaniſchen Reize ähnlich verhalte *f*). Schon oben (S. 87.) habe ich aber Erſcheinungen angeführt, welche den Reiz der thieriſchen Elektricität in eine Klaſſe mit allen andern Reizen und namentlich mit dem elektriſchen in Rückſicht auf die Wirkung auf die Reizbarkeit durch Erregung von Zuſammenziehungen bringen, Erſcheinun-

f) a. a. O. S. 52.

nungen, welche diesen Reiz ebenfalls als ein Schwächungsmittel der Reizbarkeit darstellen. Auch ist die Verstärkung der Reizbarkeit, welche die Folge der Anwendung eines stärkern Metallreizes zu seyn scheint (S. 84. 2.), keine diesem Reizmittel eigenthümliche Wirkung. Wenigstens scheint diess die Beobachtung, dass ein ruhendes Herz einmal gereizt dann wieder seine Bewegungen auf lange Zeit von selbst fortsetzt, ebenfalls als eine Wirkung mechanischer chemischer, des elektrischen Reizes, welche in diesem Falle die Bewegung des Herzens wieder erregt haben, darzustellen. Hier verhalten sich nehmlich diese stärkeren Reize gegen die schwächeren, die man gleichsam beständig auf das Herz einwirkend annehmen kann, nehmlich Luft, Wärme, Blut im Herzen u. s. w. wie der Reiz wirksamerer gegen den Reiz schwächerer Armaturen; so wie diese nach Anwendung von jenen wieder Zuckungen zu erregen im Stande sind, so scheinen auch jene stärkere Reize die Reizbarkeit des Herzens gleichsam erhöht, und für den Eindruck der schwächern Reize wieder empfindlich gemacht zu haben.

5. Noch sucht *Fowler* die Meinung zu widerlegen, dass das in diesen Versuchen wirksame Fluidum nicht aus den thierischen Theilen herkomme, sondern mehr nur als ein fremder äusserer Reiz anzusehen sey, der durch die Verbindung der Armaturen unter einander rege werde, und nun auf die Nerven und Muskeln wirke. Auf diese Widerlegung müssen wir allerdings Rücksicht nehmen, denn ob wir gleich nicht der Meinung zuge-

zugethan ſind, daſs das hier wirkſame Fluidum aus den Armaturen ſelbſt entbunden werde, ſo ſehen doch auch wir daſſelbe als etwas fremdartiges den thieriſchen Theilen nicht eigenthümliches an, zu deſſen Entbindung dieſe gerade nicht nothwendig ſind. — Daſs dieſe Influenz nicht allein von den Metallen abzuleiten ſey, ſondern daſs die thieriſche Theile vorzüglich dazu beytragen, erhelle aus der Nothwendigkeit der Bedingung der leitenden Verbindung der Metalle mit den Nerven und Muskeln *g*). Beſonders aber beweiſe die Gewalt des Willens des Thiers über dieſe Influenz, daſs dieſelbe nicht wohl Etwas fremdartiges auſſerhalb demſelben gelegenes ſeyn könne. Dieſe Gewalt des Willens ſchliesst *Fowler* aus mehrern Phänomenen. So konnte er z. B. nur ſelten Zuckungen hervorbringen, wenn er den lebenden unverſehrten Froſch auf eine Zinkplatte legte, und nun mit einem Silber- oder Goldſtücke die Füſse und dann den Zink berührte, die aber ſogleich mit groſser Lebhaftigkeit entſtanden, ſobald der Cruralnerve entzweygeſchnitten, und folglich die Gliedmaaſse dem Willen der Seele entzogen wurde *h*). Eben ſo zeigte ſich die Wirkung verſtärkt, wenn der Kopf abgeſchnitten wurde. Dieſs ſey zugleich ein Beweis, daſs dieſer Reiz kein elektriſcher ſey, indem der Wille dieſem nicht auf eine ſolche Art entgegen wirken, und ſeine Kraft ſchwächen könne; trotz der heftigſten willkühr-

g) S. 58.

h) S. 59.

kührlichen Zuſammenziehungen der Armmuskeln habe er die Erregung von unwillkührlichen durch künſtliche Elektricität nicht verhindern können, da hingegen bey lebendigen unverſehrten Fröſchen, ſelbſt wenn die Schenkel ganz ruhig blieben, der Metallreiz doch unwirkſam war *i*). Andere Naturforſcher beobachteten ebenfalls Phänomene, die eine ähnliche Deutung zulaſſen könnten. So ſah *Valli* heftige willkührliche Bewegungen in den nehmlichen Gliedmaaſsen, auf welche der Metallreiz gar nicht wirkte, woraus er ſchlieſst, daſs vielleicht der bloſse Wille des Thiers die Macht habe, den Uebergang des elektriſchen Fluidums von einer Stelle zur andern zu verhindern, und auch Herr *Himly* führt das Beyſpiel von zwey Fröſchen an, die an ihren Gliedmaaſsen ſtark verwundet waren, die aber doch noch lebten, und bey denen er weder in den vordern noch hintern Gliedmaaſsen ohngeachtet unmittelbarer Bewaffnung der Crural und Brachialnerven mit Stanniol und Gebrauch des Silberexcitators Zuckungen erregen konnte, die doch alsdann freywillig entſtanden *k*).

Was nun die Nothwendigkeit der Bedingung einer leitenden Verbindung der Armaturen mit den Nerven und Muskeln, aus welcher *Fowler* auf die Entbindung der Influenz aus den thieriſchen Theilen ſelbſt ſchlieſst, betrifft, ſo brauche ich nicht zu wiederholen, was ich in dieſer Rückſicht ſchon an mehrern Orten (z. B. S. 210. 211.)

i) a. a. O. S. 60.

k) a. a. O. S. 67.

211.) angeführt habe, auch ſtreitet gegen die Folgerung, welche *Fowler* macht, das, was ich zum Beweiſe der Entbindung dieſes Fluidums aus bloſsen feuchten Theilen angeführt habe. Die Erſcheinungen hingegen, welche auf einen Einfluſs des Willens auf dieſen Reiz hindeuten, ſcheinen mir noch manche Ausnahmen zuzulaſſen. Die erſte und am meiſten entſcheidende Beobachtung *Fowlers* habe ich, ohngeachtet häufiger Wiederholung des Verſuchs, nie beſtätigt gefunden. Wäre ſie aber auch getreu, ſo würde ſie doch zu keinem Einwurfe gegen die elektriſche Natur des Metallreizes dienen, vielmehr dieſelbe beſtätigen, denn auch von der Elektricität hat uns die oben von *Parkinſon* angeführte Beobachtung gelehrt, daſs ſie auf Muskeln, die noch unter dem Einfluſſe des Willens ſtehen, weit ſchwächer wirkt als auf ſolche, die von dieſem Einfluſſe entbunden ſind. In *Vallis* und *Himlys* Verſuchen wirkte vielleicht nur ein ſchwacher Metallreiz, der allerdings unfähig ſeyn konnte Zuckungen zu erregen, da dieſe durch den ſtärkern Reiz des Willens noch entſtanden, denn obgleich Herr *Himly* ſich günſtig mit einander wirkender Armaturen bediente, ſo konnte doch auch ihr Effekt nur ſchwach und bey ſehr geſchwächter Reizbarkeit (wie dieſs bey jenen zwey Fröſchen wirklich auch der Fall war) gar nicht merklich ſeyn, wenn die übrigen Umſtände ungünſtig waren, wenn z. B. der Silberexcitator die Muskeln nur mit der Spitze und erſt nach der Zinnarmatur des Nerven berührte.

Fowler, von dem alle dieſe Einwürfe gegen die Theorie, welche Elektricität als Urſache der erzählten Erſchei-

ſcheinungen aufſtellt, herrühren, bleibt uns übrigens ſelbſt eine Erklärung dieſer Erſcheinungen ſchuldig. Den Nahmen einer Erklärung verdienen zum wenigſten die einzelnen Bruchſtücke nicht, die er nach der Erzählung einer Reihe von wirklich intereſſanten und folgereichen Verſuchen mehr als Beyträge zu einer Theorie des thieriſchen Lebens überhaupt, als zu einer Theorie der Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität mittheilt. Einige ſeiner Verſuche, von denen ich oben das weſentliche mitgetheilt habe (S. 133. 134.), hatten ihn von dem groſsen Einfluſse des Blutgefäſsſyſtems auf die Reizbarkeit, und von dem Uebergewichte dieſes Einfluſses über den des Nervenſyſtems belehrt; andere Erſcheinungen zeigten ihm auch die wichtige Rolle der Blutgefäſse bey der Empfindlichkeit, indem z. B. Zunahme der Wirkung der Gefäſse in einem Theile immer Zunahme der Empfindlichkeit zur Folge hat, indem ausgeſchnittene Nerven ſich wieder regeneriren und ihre Verrichtungen vollbringen, wobey doch die Blutgefäſse vorzüglich mitwirken müſſen. Aus andern Verſuchen ſchloſs er nun, daſs dieſe Influenz nichts fremdartiges, ſondern in ihnen vorhanden, und ihnen weſentlich eigenthümlich ſey; aus den Erſcheinungen ſelbſt, die dieſe Influenz zeigt, folgerte er nun ferner, daſs von ihr wohl die Verrichtungen der Nerven und Muskeln abhängen mögen, indem ſie die zwey Hauptphänomene, auf deren Darſtellung ſich dieſe Verrichtungen einſchränken, nehmlich Empfindungen und Bewegungen, errege, da nun das Blutgefäſsſyſtem zu dieſen beyden Verrichtungen ſo mächtig mitwirkt, ſo ſchlieſst er am Ende, daſs

dieſe

dieſe Influenz wohl aus dem Blute ſelbſt herſtammen möchte *l*). Von welcher nähern Natur aber dieſe Influenz ſey, wie ſie ſich in den angezeigten Verſuchen verhalte, woher die Nothwendigkeit der oben angeführten Bedingungen rühre, wie überhaupt die äuſſern Umſtände wirken, wie ſich die Geſetze, die wir für dieſe Erſcheinungen gefunden haben, erklären laſſen, alle dieſe und mehrere wichtige Fragen läſst er ganz unbeantwortet. Dabey läſst ſich ſchon gegen die wenigen angeführten Sätze manches einwenden. So ſcheint es nach allem bisher angeführten weit wahrſcheinlicher, daſs dieſe Influenz etwas Fremdartiges iſt, zu deſſen Entwikkelung nicht gerade, ſondern vielmehr nur zu deſſen Darſtellung folglich bloſs als Reagentien für daſſelbe die thieriſche mit Nerven und Blutgefäſsen und den davon abhängigen Kräften der Irritabilität und Contractilität verſehene Theile nothwendig ſind. Ferner erlauben die Erſcheinungen der thieriſchen Elektricität noch lange nicht den Schluſs, daſs die Verrichtungen der Nerven und Muskeln überhaupt von dieſer Influenz abhängen mögen, denn wollte man auch zugeben, daſs zu den Verrichtungen des Geſchmacksorgans dieſes Fluidum zureiche, ſofern es den ſauern und alkaliſchen Geſchmack zu erregen im Stande iſt, und auf dieſe zwey Geſchmacksarten ſich vielleicht alle andere reduciren laſſen, bloſse Modifikationen derſelben ſind *m*), ſo haben wir

l) a. a. O. S. 135. 136.

m) *Volta* frägt bey dieſer Gelegenheit ebenfalls (a. a. O. S. 143.): Könnte das elektriſche Fluidum, (von dem er nehmlich dieſe ver-

wir doch durch diese Influenz nur eine Art von Gesichtsempfindung erregen können, und von den Empfindungen anderer Sinnorgane haben wir dadurch nur unbedeutende Spuren erhalten, endlich ist auch der Schluss übereilt, dass das Blutgefässsystem unmittelbar das Fluidum hergebe, von dem die Verrichtungen der Muskeln und Nerven abhängen, indem wenigstens die Nerven mit einer Kraft begabt zu seyn scheinen, deren Princip zwar ursprünglich auch vom Blute abstammen mag, aber einmal abgeschieden nun für sich unabhängig vom Blutgefässsysteme in ihnen wirkt. Für die Elektricitätstheorie, die von so vielen Seiten gestützt, und nun auch einigermaassen gegen Einwürfe gerechtfertigt ist, vereinigen sich gerade auch einige bedeutende Autoritäten, die wenigstens in der Rücksicht einer Theorie einiges Uebergewicht geben, weil sie die Bürgen für die Beweiskraft der Gründe dieser Theorie sind, einer Beweiskraft, die, wenn sie auch nicht immer deutlich dargestellt werden kann, doch durch den feinern Takt besserer Köpfe gefühlt und geahndet wird. Auch *Reimarus* nimmt nehmlich Elektricität in diesen Versuchen wirksam, und sieht dieselbe ebenfalls als einen fremden auf

die

verschiedene Geschmacksempfindungen ableitet), nicht die unmittelbare Ursache eines jeden Geschmacks seyn? Könnte es nicht die Ursache der Sensationen aller andern Sinne seyn? Sehr schön setzt er aber hinzu: Aber verlassen wir das Reich unbestimmter schwankender Ideen, dehnen wir lieber unsere Versuche aus, und schränken wir uns auf ihre unmittelbare Folgen und Anwendungen ein.

die Nerven wirkenden Reiz an, gesteht aber, dafs sich nicht alles dabey nach den bekannten Gesetzen der Elektricität erklären lasse *n*). Auf eine ähnliche Art erklärt sich auch Herr Hofrath *Lichtenberg o*). Auch Herr Prof. *Kielmeyer* macht auf die Analogie der Erscheinungen der thierischen Elektricität und der Wirkungen des elektrischen Fluidums aufmerksam, doch glaubt er sich dadurch noch nicht zur Annahme der Identität des letztern mit dem Fluidum, das die Ursache der erstern ist, berechtigt; vielmehr schliefst er daraus nur, dafs dieses, das wohl wahrscheinlich das Nervenfluidum selbst sey, mit dem elektrischen in eine Klasse von Flüssigkeiten, nehmlich der dampfartigen, gehören möchte, und dafs daher die Aehnlichkeit in Hauptverhältnissen komme, wenn gleich andern Verhältnissen nach eine Verschiedenheit zwischen beyden statt finde *p*). Diese Behutsamkeit, welche Männer von solchem Scharfsinne und durchdringendem Blikke in ihren Aeufserungen über die Natur dieser Erscheinungen zeigen, müfste auch uns wenigstens darauf aufmerksam machen, dafs der gegenwärtige Stand der Sachen ein entscheidendes Urtheil vielleicht noch nicht erlaubt, wenn nicht schon der Umstand, dafs manche der Erscheinungen mit unserer Theorie noch nicht in Zusammenhang gebracht werden können, einige sogar mit derselben sich nicht zu vertragen scheinen, die Zuver-

n) s. Ueber den Blitz. Hamburg 1794.

o) Göttinger Taschenkalender für 1794. S. 191. 192. 193.

p) s. *Grens* Journal der Physik. VIIIten Bandes Istes Heft. S. 74. 75. 76.

verſichtlichkeit etwas verminderte, mit der wir unſere Meinung vorgetragen haben. In dieſer letztern Rückſicht verdienen beſonders die Verſuche über die Wirkſamkeit verſchiedener Ableitungen von der Schwammunterlage des Nerven aus, an welche die eine Armatur angebracht iſt, zu den Muskeln, welche der andere Excitator bewaffnet, (ſ. o. S. 115. 156.) unſere Aufmerkſamkeit. Leitet man nehmlich die Schwächung des Effekts in allen dieſen Fällen davon her, daſs ein Theil des elektriſchen Fluidums bey ſeinem Uebergange von der einen bewaffneten Stelle zur andern durch den ihm angebotenen Leiter gieng, und folglich die geringere Menge von Elektricität, die durch den Nerven ihren Lauf nahm, dieſen weniger reizte, ſo folgte daraus, daſs die Schwächung des Effekts ſich nach der Leitungskraft dieſer verſchiedenen Ableiter für das elektriſche Fluidum richten müſste, weil durch die beſſern Leiter mehr elektriſches Fluidum ſtröhmen würde, als durch die ſchlechtern. Oben haben wir aber geſehen, daſs die Ordnung, in welcher die verſchiedenen Ableiter einander in Rückſicht auf den Grad der Schwächung folgen, keineswegs die Ordnung ihrer Leitungskraft für das elektriſche Fluidum iſt, denn die Erze, die doch den Effekt am meiſten ſchwächen, müſſen den Metallen überhaupt und vorzüglich den edlen Metallen in dieſer Leitungsfähigkeit nachſtehen. Da alſo die Körper in Rückſicht auf Leitungskraft für das in dieſen Verſuchen wirkſame Fluidum eine andere Ordnung beobachten, als in Rückſicht auf Leitungskraft für das elektriſche Fluidum, ſo könnte man daraus ſchlieſsen, daſs dieſes Fluidum zwar dem elektri-

 ſchen

ſchen analog aber doch nicht ganz identiſch mit demſelben ſey. Indeſſen läſst ſich doch immer noch hier mit Recht fragen, ob dann dieſe Ableiter von der Schwammarmatur zu den Muskeln wirklich als Leiter für das durch die eine Armatur in Bewegung geſetzte und zur andern ſtröhmende Fluidum wirken, oder ob nicht eine andere Eigenſchaft derſelben hier ins Spiel komme. Merkwürdig iſt wenigſtens das, daſs die Schwächung des Effekts ſich zugleich nach der Gröſse der Berührungsfläche mit den Muskeln richtete, nach deren Verſchiedenheit die Armaturen ſonſt auch einen ſtärkern oder ſchwächern Reiz ausüben, daſs ferner dieſe Ableiter auch dann den Effekt ſchwächten, wenn der Nerve zwiſchen ihnen und der Armatur, von welcher aus oder zu welcher der Strohm der Elektricität, zu oder von der andern Armatur gieng, ſich befand, in welchem Falle alſo die Elektricität ihrer ganzen Maſſe nach den nächſten Weg durch den Nerven hätte nehmen ſollen, denkt man nun noch an die Fähigkeit eines einzelnen Excitators mit der Schwammunterlage des Nerven Zuckungen zu erregen (ſ. S. 157 — 161.), ſo entſteht die Frage, ob nicht die Ableiter hier vermöge ihrer Excitationskraft wirken, und einen Theil der Elektricität, der ohne ſie durch die Kraft der Armaturen in Bewegung geſetzt worden wäre, auſſer Wirkſamkeit ſetzten. Auf dieſe Art wirkten ſie wenigſtens in dem Falle, wo ſie von der Nervenarmatur unmittelbar aus die Ableitung zu den feuchten Theilen, an welche der Excitator angebracht wurde, machten (ſ. S. 157. fg.). Hier wurde nehmlich durch den Ableiter, der hier als Excitator wirkte, die Kraft

der

der Nervenarmatur für einen andern Excitator geschwächt, und elektrisches Fluidum gebunden gehalten, das durch einen neuen Excitator nun nicht mehr in Bewegung gesetzt werden konnte. Beym Gebrauche von — Excitatoren als Ableitern von der Nervenarmatur aus, müsste hingegen der Effekt verstärkt werden, weil nun die Nervenarmatur, ausserdem dass von ihr die durch den — Excitator zu ihr getriebene Elektricität zum neuen + Excitator überströhmte, auch noch den Antheil von Elektricität zurücktrieb, den sie für sich allein in Verhältniss mit dem neuen Excitator in Bewegung gesetzt hätte. Doch verdienen diese Erscheinungen, die immer noch manches Irreducibles haben, allerdings noch eine genauere Beobachtung der Physiker, so wie besonders auch diejenigen, die uns von dem Einflusse des Umstands, ob der Excitator die Nervenarmatur oder die feuchten Theile zuerst berührt, auf die Stärke des Effekts belehrten, von denen diejenige, die ich oben in der Anmerkung zu S. 158. 159. angeführt habe, noch die Berichtigung bedarf, dass dieselbe zu allgemein ausgedrückt ist, indem sich nehmlich auch hier das verschiedene Verhältniss der zweyerley Armaturen (und dann besonders wenn zwey Extreme z. B. Silber und Zink genommen wurden) dadurch äusserte, dass, wenn die — Armatur dem Nerven unterlag, sich die lebhafteren Zuckungen zeigten, wenn der Schwamm zuerst den Excitator (d. h. die + Armatur), welcher auf die Nervenarmatur aufgesetzt würde, und dann die Muskeln berührte, dass ferner in diesem Falle die Zukkungen lebhafter sich äusserten, wenn die Berührung

 des

des Schwamms mit den Muskeln aufhörte, als im Augenblicke der Berührung, hingegen dann wenn der Schwamm zuerst die Muskeln berührte (was überhaupt einen schwächern Effekt zur Folge hatte), die Zuckungen lebhafter waren, und länger erregt werden konnten im Augenblicke der Berührung, daſs ſich aber bey der umgekehrten Vertheilung alles auf eine umgekehrte Art verhielt.

Etwas über den Nutzen dieser Entdeckung für die Arzneywissenschaft.

Einige Aerzte haben diese Entdeckung zum Nutzen der ausübenden Arzneywissenschaft anzuwenden gesucht, und in dieser Rücksicht schöne Hoffnungen erweckt. An dem Metallreiz sollten wir nehmlich ein untrügliches Mittel, uns von dem Daseyn des wahren Todes zu überzeugen, ein Wiederbelebungsmittel, und vielleicht ein heilsames Hülfsmittel in manchen Krankheiten erhalten haben.

Zu dem erstern Gebrauche, nehmlich zur Erkennung des Todes, empfahlen vorzüglich Herr *Behrends* und *Creve* das Galvanische Reizmittel, und die Gründe dieses Gebrauchs hat Herr *Klein q)* genauer auseinander gesetzt. Aus einer genauern Prüfung derselben scheint aber zu erhellen, dass in dieser Rücksicht die Arzneywissenschaft gar keinen wahren Gewinn gemacht hat. Der Behauptung jener Aerzte, dass der Metallreiz das heftigste aller Reizmittel, und folglich im Stande sey, die geringsten Spuren der Irritabilität, welche durch kein anderes Reizmittel mehr angezeigt werden, zu offenbaren,

q) De metallorum Irritamento veram ad explorandam mortem. Auct. Klein. Moguntiae 1794.

baren, eine Behauptung, welche das Fundament ihrer Empfehlung dieses Reizes als des untrüglichsten Mittels zur Beurtheilung des wahren Todes ausmacht, widerspricht die Erfahrung, nach welcher die verstärkte künstliche Elektricität viel länger noch Zuckungen erregt, als die wirksamsten Armaturen. In den abgetrennten Gliedmaaßen von Fröschen konnte ich noch Zusammenziehungen hervorlocken, da der Metallreiz aller Art nicht mehr wirkte. Dieſs bestätigt auch *Valli r*). Hieraus sieht man, daſs die Anwendung der künstlichen Elektricität zur Beurtheilung des Daseyns vom wahren Tode allerdings jener des Metallreizes vorgezogen zu werden verdient, indem sie eher das heftigste Reizmittel genannt werden kann, und wir folglich aus ihrer Unfähigkeit, Zuckungen zu erregen, auf den Mangel aller Reizbarkeit schlieſsen können, da hingegen Spuren von Reizbarkeit d. h. von Leben *s*) noch vorhanden seyn können, die der Metallreiz nicht mehr anzeigt. Neue Schwürigkeiten macht nun aber auch die Anwendung dieses Reizmittels. Wenn es seinen Effekt recht thun soll, so muſs es unmittelbar an die Nerven angebracht wer-

r) Aufklärungen der Arzneywissenschaft u. s. w. a. a. O. S. 189.

s) Jedoch ist der Schluſs nicht gestattet, daſs, wo Spuren von Reizbarkeit sich zeigen, man auch gerade Wiederbelebung hoffen dürfe. *Kite* fand durch eine Menge von Versuchen, daſs die Irritabilität in jedem Theile des Körpers eine beträchtliche Zeit zuweilen ein bis zwey Stunden fortdauerte, nachdem das Thier nicht wieder zu beleben war. A. a. O. S. 210.

werden. Man müſste daher einen Nerven, der nahe unter der Haut liegt, und der zugleich mehrere Muskeln verſieht, z. B. den Kniekehlnerven entblöſsen, und zwar müſste man ſich deſswegen auf einen ſolchen Nerven einſchränken, damit im Falle der geſchehenen Rückkehr des Lebens keine Gefahr für den Menſchen zurückbliebe, die bey einer tiefern Wunde, um zu einem mehr im Innern gelegenen Nerven zu kommen, leicht eintreten könnte. Der Metallreiz würde mich alſo in dieſem Falle unmittelbar nur von dem Verluſte der Reizbarkeit in dem Syſteme der Muskeln, zu welchem der Kniekehl- oder ſonſt auch ein anderer äuſserer Nerve geht, belehren. Es fragt ſich nun, ob ich von daher den Schluſs auf den Verluſt der Reizbarkeit überhaupt, und vorzüglich derjenigen Muskeln, die den wichtigſten Beytrag zum Leben geben, nehmlich des Herzens und Zwerchfells, machen kann. Zum Beweiſe der Richtigkeit dieſes Schluſſes führt man die Erfahrung an, daſs die Reizbarkeit der unwillkührlichen Muskeln, und vorzüglich des Herzens früher erlöſche, als die der willkührlichen Muskeln, und daſs dieſe am ſpäteſten noch ſowohl bey kalt- als warmblütigen Thieren auf angewandte Reize, vorzüglich auf Einwirkung des Metallreizes Zuckungen zeigen *t*). So gegründet dieſe Erfahrung iſt, ſo muſs man doch auf der andern Seite zugeben, daſs es Fälle geben kann, in welchen die äuſseren Gliedmaaſsen ihre Reizbarkeit verlohren haben, ohngeachtet die der innern Theile, des Herzens und des

 Zwerch-

t) *Klein* a. a. O. S. 23.

Zwerchfells, noch fortdauert. So weiſs man, daſs manche Gifte durch den After eingeſpritzt, oft nur die Reizbarkeit der hintern Gliedmaaſsen zerſtöhren, tritt nun zugleich eine Asphyxie als Folge dieſes Giftes ein, ſo würde mich die Probe mit dem Metallreiz, der in den hintern Gliedmaaſsen keine Zuckungen erregt, zu einem falſchen Schluſſe verleiten *u*). Aehnliche Erſcheinungen kann auch die verſtärkte Elektricität hervorbringen, wenn ſie nur durch die Gliedmaaſsen ihren Lauf nimmt, und zu einem ähnlichen Trugſchluſſe Veranlaſſung geben. Sehr unbeſtimmt iſt es auch, wenn der Metallreiz überhaupt als ein ſolches untrügliches Mittel zur Erkenntniſs des wahren Todtes empfohlen wird. Wir haben nehmlich oben geſehen, daſs gewiſſe Arten von Metallreiz ſehr unwirkſam ſind, und ſelbſt von mechaniſchen Reizmitteln übertroffen werden. Ihre Anwendung würde daher nicht den verlangten Nutzen verſchaffen, den höchſtens nur die wirkſamſten Excitatoren leiſten könnten. Diejenigen nun, die den Metallreiz zu jenem Gebrauch empfahlen, kannten noch nicht die am günſtigſten mit einander wirkenden Excitatoren, und es hätte alſo der Fall eintreten können, daſs ihr Gold oder Silber und Zink keine Spuren von Leben und Reizbarkeit mehr angezeigt hätten, die durch den Braunſtein noch

u) Herr *Anſchel* berichtet von einer in fixer Luft getödteten Hündin, daſs er durch den Metallreiz nur 14 Minuten Zukkungen erregen konnte, da das Herz 2½ Stunde Zeichen von Reizbarkeit von ſich gab. Eine ähnliche Beobachtung führt er von einer erdroſſelten Katze an. S. ſ. Thanatologia. Göttingen 1795. 8. S. 87. 88.

noch hätten offenbar gemacht werden können. Und wer bürgt uns dafür, dafs wir nun die wirkfamften Excitatoren kennen. Wir haben noch nicht alle Körper in diefer Rückficht unterfucht, es kann alfo immer noch Excitatoren geben, die einen ftärkern Reiz ausüben, und die uns noch ein Leben verrathen, das durch den fchwächern Reiz der bis izt bekannten Excitatoren nicht mehr erregt werden kann.

Man hat den Metallreiz auch als ein Wiederbelebungsmittel empfohlen. *Valli* wandte denfelben auch wirklich in diefer Abficht bey erfäuften Thieren an, aber nur bey zwey Hühnern mit Erfolg, da bey mehrern andern und zwey Kaninchen der Metallreiz blofs lebhafte Bewegungen in den Gliedmaafsen erregte *v*). Herr *Anfchel* gebrauchte ebenfalls das Galvanifche Reizmittel zur Wiederbelebung von Fröfchen, die nach einem längern Aufenthalt in inflammabler Luft alle Lebenszeichen verlohren hatten. Anfangs waren die Zukkungen der hintern Gliedmaafsen nur fchwach, aber allmählich nahmen fie an Lebhaftigkeit zu, fo dafs einer von diefen Fröfchen nach drey Stunden wieder mit heraushängenden Eingeweiden herum hüpfte und fchwamm *w*). Herr Hofrath *Sömmerring* hat den Vorfchlag gethan, bey Scheintodten vorzüglich die Bewaffnung des Zwerchfellnervens zu verfuchen *x*). Wirklich

 müfste

v) Aufklärungen der Arzneywiffenfchaft u. f. w. a. a. O. S. 197. 198.

w) a. a. O. S. 19.

x) Scriptores nevrologic. minores. Tom. III. S. 23.

müſste auch ein an dieſen angebrachtes Reizmittel ein ſehr wirkſames Wiederbelebungsmittel ſeyn, indeſſen kann ich dem Metallreiz zu dieſer Abſicht keinen andern Vorzug vor der Elektricität einräumen, als daſs ſeine Anſchaffung keine Koſten, keinen Apparat erfordert, daſs er überall im Augenblicke zu haben iſt, vor der Elektricität, der er auf der andern Seite in Rückſicht auf Wirkſamkeit nachſtehen muſs, die ſich auch deſswegen mehr empfiehlt, weil ſie nach Willkühr auf alle Theile geleitet werden kann, und zu ihrer Anwendung keine Verwundung erfordert. Eben ſo wenig verſpreche ich mir von dem Metallreize beſondere Hülfe in paralytiſchen Krankheiten, wie Herr Prof. *Reil* zu hoffen ſcheint *y*). Denn auch hier wird die künſtliche Elektricität, die ich nach Willkühr erhöhen, und vermindern, auf dieſe oder jene Art bequem anwenden kann, immer ihre Vorzüge behaupten.

Vielleicht läſst ſich der Metallreiz zur Vergewiſſerung der Diagnoſis in gewiſſen Augenkrankheiten anwenden. Bisweilen iſt nehmlich mit dem grauen Staare der ſchwarze verbunden, und die Erkenntniſs dieſer Verbindung iſt beſonders in Abſicht der Vorherſagung bey der Operation des erſtern wichtig. Die Zeichen dieſer Verbindung ſind aber bis itzt immer noch ſehr ungewiſs. Denn die völlige Unbeweglichkeit, und widernatürliche Erweiterung der Pupille, und die gänzliche Gefühlloſigkeit für den Eindruck des Lichts, aus de-

y) Grens Journal. VI. B. p. 414.

denen man vorzüglich auf Coexiſtenz des ſchwarzen Staars ſchliesst, können auch bey Abweſenheit deſſelben von der gröſsern Ausdehnung des grauen Staars oder ſeiner völligen Verwachſung herrühren, und umgekehrt iſt Beweglichkeit und natürliche Weite der Pupille kein Beweis von Mangel des ſchwarzen Staars z). Hier nun ſcheint mir die Anwendung des Metallreizes gröſsere Gewiſsheit zu gewähren. Da dieſer nehmlich jene Empfindung eines Scheins nicht durch Strahlen, die durch die Feuchtigkeiten des Auges fortgehen müſſen, ſondern durch einen durch Nervenverbindung auf die Retina fortgepflanzten Reiz erregt, ſo muſs dieſelbe auch dann, wenn die Feuchtigkeiten des Auges ſo widernatürlich beſcbaffen ſind, daſs ſie dem Lichte keinen Durchgang verſtatten, entſtehen, wenn nur die Ciliarnerven und der Sehenerve ihre Empfindlichkeit nicht verlohren haben, auf der andern Seite muſs aber dieſe Empfindung ausbleiben, wenn eine Gefühlloſigkeit dieſer Nerven, d. h. Amavroſis, ſtatt findet. Um alſo bey der Cataracta ſich vom Daſeyn oder Abweſenheit der Amavroſis zu überzeugen, hat man nichts nöthig, als die innere Fläche der Wangen auf der einen Seite mit Zink, auf der andern Seite mit Silber zu bewaffnen. Wird bey der Berührung beyder Bewaffnungen unter einander jene Lichtempfindung erregt, ſo iſt dieſs ein Beweis von der Integrität des Geſichtsnervens d. h. von dem Mangel des ſchwar-

z) Richters Anfangsgründe der Wundarzneykunſt. III. Band S. 216 fg.

ſchwarzen Staars, im umgekehrten Falle kann man mit groſser Wahrſcheinlichkeit auf das Daſeyn deſſelben ſchlieſsen, wenn anders nicht eine bloſse Lähmung der Ciliarnerven ohne Fehler der Netzhaut, d. h. ohne wahre Amavroſis, im Stande iſt, die Erregung jener beſondern Empfindung zu verhindern.

Druckverbeſſerungen.

Seite 7 Zeile 2 von unten ſtatt Theorie lies Theorien.
— 13 — 2 v. u. und an mehrern Orten S. 23. 25. 98. ſtatt immer lies nimmer.
— 30 — 7 ſt. der l. des.
— 30 — 13 ſt. den l. der.
— — — 14 ſt. Gliedmaaſsen l. Gliedmaaſse.
— 35 — 2 v. u. ſt. Schwamm; ein beliebiger Metalldrath that, l. Schwamms, ein beliebiger Metalldrath thaten.
— 41 ſoll Z. 2 v. u. 9. gleich nach 8. Zeile 7 kommen.
— 61 — 18 ſt. Nervenarmatur l. Bleyarmatur.
— — — 22 ſt. 8, wie oben, l. 8 — 19.
— 71 — 6 v. u. ſt. jeden l. jener.
— 73 — 7 ſt. dieſer l. dieſes.
— 77 — 5 ſt. angebracht l. gebracht.
— 97 — 16 ſt. N — Armaturen l. Nervenarmaturen.
— 104 — 1 v. u. ſt. Behielten l. Erhielten.
— 115 — 14 ſt. Orten l. Arten.

Fontana's Beob. u. Vers. üb. d. Natur der thier. Körper. a. d. Ital. v. Hebenstreit. 1785. S. 74. unten:

„Ich sehe die Schenkelnerven bey Fröschen zerschnitten, u. gesehen, daß die Muskeln sich noch nach vielen Tagen, wenn ich sie reizte, zusammenzogen, welches sie gegen nicht zu thun, wenn ich die abgeschnittenen Nerven reizte. Aber dieses habe ich es keinem auf ganz Tagen beobachtet, obgl. bey diesen der Versuche ist d. selben gelungen. Wenn der in den Muskeln zurückgebliebene Nerv, selbst die Ursache ihrer Bewegung wäre, so hätte d. nothwendig erfolgen müssen sowohl, wenn ich d. Muskeln, als wenn ich d. abgeschnittenen Nerven reizte." —

S. 141. oben.

„Ich d. vielleicht behaupten können, daß ein Nerve, bis zur Zerreißung oder Zermalmung zusammengedrückt werden könne, ohne daß d. den Muskel, zu dem er geht, zusammenziehe. Ich habe dieses oft versucht, u. der Versuch gelingt meistens, wenn d. nur dahin sieht [illegible] [illegible] Hand [illegible] nicht ganz plötzlich verwende [illegible].

[illegible]

Hebenstreits Übersetzung S. 310. [illegible]

4 [illegible]
[illegible]
[illegible] 3. [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] 3. [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] — /

S. 147. [illegible]
4 [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] 3 [illegible]
[illegible]
[illegible] 3. [illegible]
[illegible]
[illegible] 3. [illegible]
Carminativ [illegible] B. Carminativ d. [illegible] a mephi-
tibus [illegible] [illegible] [illegible], [illegible]
[illegible] Lond. 1777. 4) [illegible] 3. 4 [illegible]
[illegible]
[illegible] — 3. [illegible]
[illegible] [illegible] p. 249.)

R 310 Notiz

„Macht doch auch die Kirchenmusik die N-
Musik, die [illegible] der Musiker, wo
die bekannte [illegible] ist, u. die bewirken,
daß [illegible] die [illegible] [illegible] des [illegible]
[illegible] [illegible] u. [illegible]. ([illegible]
[illegible] [illegible]; [illegible] [illegible] nur [illegible] [illegible]
müssen! —)

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Pfaff, Christoph Heinrich,

Über thierische Elektricität und Reizbarkeit Ein Beytrag zu den neuesten Entdeckungen über diese Gegenstände

Leipzig 1795

Phys.sp. 505
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134448-3
VD18 11384131